

# 多媒体技术 在农业中的应用

周国民 胡林 丘耘 周义桃 樊景超 编著

中国农业科学技术出版社



# 序

多媒体技术是 20 世纪 80 年代以来计算机技术发展最快的分支之一，其迅速发展促进了计算机在各行业的普及应用。由于农业的复杂性和受众人群的特点，计算机技术在农业领域中的应用更需要多媒体技术的支持，农业多媒体技术具有广阔的应用前景。因此，认真总结多媒体技术在农业中的应用经验，探讨多媒体技术在农业中应用的理论方法，对于促进计算机技术在农业领域中应用、加快农业信息化发展具有重要意义。

《多媒体技术在农业中的应用》是作者多年来从事多媒体技术在农业中应用经验的总结。全书以农业信息的采集、储存、加工、传输为主线，按照先基础后实践的原则，依据农业的特点和实际应用需求，由浅入深地将常见多媒体技术、理论与方法合理地进行了编排，具有很强的可读性。

书中系统地介绍了农业多媒体技术理论体系及多媒体技术在农业中的应用形式，列举了大量农业多媒体技术应用研究案例，其中大部分是作者多年来的科研课题，包括多媒体技术在农业生产、技术推广普及、虚拟植物仿真、农业远程教学等多方面的内容，便于具有一定计算机技术基础的读者快速了解农业多媒体技术研究应用概貌，具有较强的应用性和实用性。

本书的作者多年来从事计算机技术在农业中的应用研究，在农业多媒体技术研究应用方面具有长期的研究工作基础，在推广应用方面也积累了大量的实践经验，所以，本书是对这些经验的系统总结和理论升华，该书的出版将对农业多媒体技术的普及应用起到积极促进作用。

借新书出版之际，愿向农业信息领域工作同志推荐本书。

**国家农业信息化工程技术研究中心主任、研究员**

**国家“863”计划现代农业技术领域专家**

**赵春江**

2008 年 4 月 11 日



# 前 言

多媒体技术是 20 世纪 80 年代发展起来的一门综合技术,它改变了人们的生产和生活方式。当前,多媒体技术已成为计算机科学的一个重要研究方向。多媒体技术的发展在很大程度上提高了计算机的易用性,提高了计算机的普及程度,使得计算机在农业各领域的应用成为可能。

本书以多媒体技术在农业中的应用为主题,系统地介绍了多媒体技术在农业中应用的主要形式。在多媒体技术基础部分,以实践应用为主导,重点叙述了声音处理、图像处理、视频处理、动画制作、多媒体作品制作以及多媒体创作等应用技术。在多媒体技术的农业应用方面,以多媒体数据库、远程诊断系统及农业远程教学、计算机作物模拟、虚拟仪器设计为例,从多个侧面介绍了常用农业多媒体技术。

本书由 10 章组成,以农业信息的采集、存储、加工、传输为主线,将各个流程中应用的多媒体技术进行了集中的展示。本书所涵盖的农业多媒体应用的内容丰富,较为详细地介绍了中国农业科学院农业信息研究所多媒体研究室在计算机多媒体技术在农业上应用的实践成果,充分满足了常见农业多媒体技术应用的需求。

第 1~5 章是农业多媒体的理论与技术基础,第 6~10 章是多媒体技术在农业中的应用。

第 1 章介绍了多媒体技术的定义、类型,叙述了农业多媒体技术的发展历史和现状,说明了农业多媒体技术在现代农业发展中的重要地位。

第 2 章介绍了农业信息采集的常用技术和常用的设备,详述了常见设备的类型和使用方法。

第 3 章介绍了农业数据的储存设备及使用方法,常见多媒体文件的类型和格式以及应用中的优缺点,同时介绍了多媒体数据库的概念和数据管理方法。

第 4 章介绍了数据传输技术,包括常见的网络协议、网络类型、常用的网络技术以及网络新技术。



第5章主要介绍了常见多媒体的处理系统及工具。内容涉及了常见多媒体处理软件,即包括了声音、图像、视频、动画处理,以及通用三维处理软件,也包括了一般多媒体书籍不会介绍的虚拟现实和虚拟作物软件。

第6~10章详细地介绍了多媒体技术在农业中应用的案例,是全书的精华,集中展现了多媒体研究室在多媒体技术在农业中应用的研究成果,同时也尽可能汇编了国内外在多媒体技术在农业上的应用实践成果。为读者了解多媒体技术在农业上的应用提供了方便。

本书由多媒体研究室众多成员编著,经过反复修改而成,付出了辛苦的劳动。该书大纲由周国民博士设计,并编写了第6章。丘耘负责第7章的编写工作,第1、10章由胡林博士执笔,第2、3章由潘冲执笔,第4、5章由王剑执笔,第8章由刘阁执笔,第9章和附录由刘立波执笔。全书最后由周义桃、胡林和樊景超修改统稿。

赵春江博士在本书写作过程中给予了大力支持与帮助,并为本书撰写了热情洋溢的序言,在此表示诚挚的谢意!

**编者**

2008年4月12日

# 目 录

一、概 述	1
多媒体的定义与分类	1
多媒体系统	4
多媒体关键技术	7
虚拟现实技术	8
多媒体技术在农业中的应用领域	12
多媒体技术在我国农业应用与发展	24
二、数据采集技术	27
数据的概念	27
数码录音设备	28
扫描仪	36
二维数字化仪	50
三维数字化仪	52
数码相机	54
数码摄像机	66
三、数据的存储与管理	72
物理介质	72
多媒体文件格式	99
多媒体数据库	108
四、数据传输技术	114
网络	114
网络协议	120
网络拓扑的类型	129
网页	136
P2P 技术	156



五、数据处理系统及工具简介	162
声音处理工具	162
图像处理工具	170
视频处理工具	176
动画制作工具	183
虚拟现实工具	185
虚拟植物制作工具	194
多媒体制作系统	201
通用三维软件	206
六、农业远程诊断系统	212
系统原理	212
系统的结构与功能	215
系统的特点与应用	232
七、农业多媒体信息管理与发布系统	235
系统原理	235
系统的关键技术	237
系统的结构	240
系统的主要功能与使用方法简介	241
系统的特点与应用情况	248
八、农业远程培训平台	249
农业现代远程教育综述	250
农业远程培训平台概述	256
农业远程培训平台总体设计	256
农业远程培训平台详细设计	262
农业远程培训平台特点	287
农业远程培训平台发展展望	288
九、虚拟植物建模系统	293
虚拟植物模型概述	293
L 系统	297
L 系统软件的开发及其应用	313



十、虚拟仪器	318
虚拟仪器	318
LABVIEW 简介	321
LABVIEW 的下载与安装	322
LABVIEW 开发流程	329
LABVIEW 程序结构说明	332
LABVIEW 应用案例精选	338
附录 多媒体技术网络资源	343
参考文献	346

## 一、概 述

21 世纪是社会高度信息化、知识经济为主的时代。以计算机技术、网络技术和通信技术为代表的信息技术正以前所未有的速度渗透和扩散到国民经济的各个领域。信息技术作为现代化的工具已在工业生产和国防等领域显示了巨大威力,起到了不可替代的作用。在这种背景下,信息技术也逐渐深入到农业的各个领域,利用信息技术改造传统农业,是当代各国发展农业的共同选择,是实现农业现代化的必由之路。农业信息化就是利用现代信息技术为农业产供销及相关的管理和提供服务有效的信息支持,提高农业的综合生产力和经营管理效率,实现农业的高速、健康和可持续发展。建立健全完善的农业信息服务体系,必将极大地激励与促进农业信息技术在农业领域方面的发展与应用,从而更加有利于农业与农村社会的全面发展。农业数据库的建立、农业专家系统、模拟系统的使用,给农业生产提供了技术支持和科学指南;网络的迅速发展,使农业信息广泛传播;3S 技术的引入,促进了“精准农业”的发展。充分发挥现代信息技术的优势,将对农业现代化建设产生极为重要的影响。

多媒体技术是当今信息技术领域发展最快、最活跃的技术之一,是新一代电子技术发展和竞争的焦点。多媒体技术将声音、文本、图像、动画、视频和通信等多种功能于一体,把计算机技术的交互性和可视化技术的真实感结合起来,借助日益普及的高速信息网,可实现计算机的全球联网和信息资源共享,其应用已渗透到咨询服务、图书、科研、教育、通信、军事、金融、医疗等社会的各个领域,并正在潜移默化地改变着我们生活的面貌。

## 多媒体的定义与分类

### (一) 多媒体的定义

媒体是承载信息的载体。即信息传播过程中从传播者到接受者之间携带和传递信息的一切形式的物质工具;1943 年美国图书馆协会的《战后公共图书馆的准则》一书中首次作为术语,现在已成为各种传播工具的总称。传统的媒体形式多样,如印刷品、收音机、电视、电影,以及各种其他类型的媒体。

多媒体的定义也是在随着时代的变化而变化的。在计算机百科全书中多媒



体的定义是：指一种以上的媒体形式的组合。它包括文本、声音、图形、动画和动态视频。典型的多媒体程序是储存在只读光盘上的游戏、百科全书和训练教程。实际上，任何包含声音和视频组合的或视频的应用都可以称为多媒体程序。

随着计算机网络的发展，多媒体的定义也有了一定的改变，网络会逐渐取代 CD-ROM 或 DVD，并成为多媒体信息传输和发布的主要工具。但是，作为多媒体的定义，它的本质特征，即多媒体区别于传统媒体的特征，仍然是计算机多媒体定义的核心内容。即多媒体是一种以计算机为中心的多种媒体的有机组合，这些媒体包括文本、图形、动画、静态视频、动态视频和声音等，并且人们在接受这些媒体信息时具有一定的主动性、交互性。

多媒体作品的特性：一是以计算机为中心，因为多媒体技术是建立在计算机技术基础上的；二是各种媒体的有机组合，意味着媒体与媒体是有着内在逻辑联系的，并不是说任何几种媒体组合在一起就可以称之为多媒体，要称只能称为“混合媒体”；三是交互性是多媒体技术的特色之一，没有交互性就不存在什么“多媒体”。

这些特征是多媒体区别于传统媒体的根本特征。如果用最通俗的说法就是，传统的媒体，我们可以欣赏它。但是我们无法修改它。在哥伦比亚百科全书中，对多媒体有着更详细的解释：

在个人计算机中，多媒体是指集成了文本、高质量声音、二维或三维图形、动画、图像和动态视频的程序或软件。为了能够处理多媒体，典型的多媒体计算机应该具有高性能的微处理器、大容量内存和存储器、高质量的显示器、视频加速卡、外部扬声器或头盔式扬声器、声卡（改进声音的效果）、CD-ROM 或 DVD 驱动器，也需要特殊的软件来利用这些设备，多媒体计算机还可以使用其他设备，例如话筒或键盘进行声音输入，利用数码相机或扫描仪进行图像的输入，用录像机或摄像机进行视频的输入和输出。在电子出版、电子游艺及员工培训的应用程序制作中，要使用多媒体软件。多媒体这个词还用来描述家庭娱乐系统和其他电子产品及服务，特别是交互式的，包含了文本、声音、视频，以及类似的其他元素。使用包括虚拟现实仿真，交互式电视，商业广告以及超文本等。

多媒体按层次分为媒体处理与编码技术、多媒体系统技术、多媒体信息组织与管理技术、多媒体人机接口与虚拟现实技术，以及多媒体应用技术这六个方面。

从上述的表述也可以看出，多媒体已经超出了个人计算机的范畴，它可以广泛地表示具有交互式即多种媒体组合的各种数字设备终端的应用。



## (二) 多媒体的分类

根据国际电信联盟的定义,媒体主要有以下5种:感觉媒体、表示媒体、显示媒体、存储媒体和传输媒体。感觉媒体指的是用户接触信息的感受形式,如视觉、听觉和触觉等。表示媒体则指的是信息的表示和表现形式,如图形、声音和视频等。显示媒体是表现和获取信息的物理设备,如显示器、打印机、扬声器、键盘和摄像机等。存储媒体是存储数据的物理设备,如磁盘、光盘、硬盘等。传输媒体是传输数据的物理设备,如电缆、光缆、电磁波等。一般说来,如不特别强调,我们所说的媒体指的就是表示媒体,因为作为多媒体系统来说,处理的主要还是各种各样的媒体表示和表现,其他的媒体类型也都要在多媒体系统中研究,但方法比较单一。

主要的表示媒体有以下几种:

### 1. 视觉类媒体

- 位图图像。我们将所观察到的图像按行列进行数字化,将图像的每一点都数字化为一个值,所有的这些值就组成了位图图像。位图图像是所有视觉表示方法的基础。

- 图形。图形是图像的抽象表现,它反映了图像上的关键特征,例如点、线、面等。图形的表示不直接描述图像的每一点,而是描述产生这些点的过程和方法,即用矢量来表示。

- 符号。符号中也包括文字和文本。由于符号是我们人类创造出来表示某种含义的,所以它与使用者的知识水平有关,是比图形更高一级的抽象。必须具有特定的知识,才能解释特定的符号,才能解释特定的文本(例如语言),符号的表示是用特定值来表示的。

- 视频。视频又称为动态图像,是一组图像按照时间的有序连续表现。视频的表示与图像序列、时间关系有关。

- 动画。动画也是动态图像的一种。与视频不同的是,动画采用的是计算机产生出来的图像或图形,而不像视频采用直接采集的真实图像。动画包括二维动画、三维动画、真实感三维动画等多种形式。

- 其他。其他类型的视觉媒体形式,如用符号表示的数值、用图形表示的某种数据曲线、数据库的关系数据等。

### 2. 听觉类媒体

- 波形声音。就是自然界中所有的声音,是声音数字化的基础。

- 语音。语音也可以表示为波形声音,但波形声音表示不出语言、语音学的内涵。语音是对讲话声音的一次抽象。





- 音乐。音乐与语音相比更规范一些，是符号化了的声音。但音乐不能对所有的声音进行符号化。乐谱是符号化声音的符号组，表示比单个符号更复杂的的声音信息内容。

### 3. 触觉类媒体

- 指点。包括间接指点和直接指点。通过指点可以确定对象的位置、大小、方向和方位，执行特定的过程和相应的操纵。

- 位置跟踪。为了与系统交互，系统必须了解参与者的身体动作，包括头、眼睛、手、四肢等部位的位置与运动方向，系统将这些位置与运动的数据转变为特定的模式，对相应的动作进行表示。

- 力反馈与运动反馈。这与位置跟踪正好相反，是由系统向参与者反馈运动及力的信息，如触觉刺激、反作用力（例如推门时的门重感觉）、运动感觉（例如摇晃、振动）及温度等环境信息。这些媒体信息的表现必须借助于一定的电子、机械的伺服机构才能实现。

根据多媒体的组成形式，一般地，多媒体的形式包括文字图像类，动画类、视频类和综合类。多媒体以文件的形式储存在计算机的储存器中，根据文件的类型，主要分为文本文件、声音文件、动画文件以及视频文件等。所谓的多媒体文件，就是以一定的格式将其他元素进行组织和优化而形成的新文件形式，在以后的章节中有专门的内容进行讲述。

## 多媒体系统

多媒体系统可以从狭义和广义上分类。从狭义上分，多媒体系统就是拥有多媒体功能的计算机系统。从广义上分，多媒体系统就是集电话、电视、媒体、计算机网络等于一体的信息综合化系统。这里仅就多媒体计算机系统进行介绍。

多媒体计算机系统就是指能把视、听和计算机交互式控制结合起来，对音频信号、视频信号的获取、生成、存储、处理、回收和传输综合数字化所组成的一个完整的计算机系统。一个多媒体计算机系统一般由四个部分组成：多媒体硬件平台（包括计算机硬件、声像等多种媒体的输入输出设备和装置）；多媒体操作系统（MPCOS）；图形用户接口（GUI）；支持多媒体开发的应用工具软件。

### （一）多媒体硬件系统

最初的个人计算机标准配置中，并不含有声卡，也没有光盘驱动器，其显

示器也不支持高级图形显示，属于单色显示器或 CGA 显示器。如果把这样的计算机叫标准计算机的话，多媒体计算机就是在通计算机上加装普通计算机上加装能处理多媒体的模块（图 1.1）。

主要的多媒体计算机配件包括：声卡、光盘驱动器、显卡、VGA 或以上的显示器、音箱。

声卡是多媒体电脑用来处理声音的接口卡。声卡可以把来自话筒、收录单机、激光唱机等设备的语音、音乐等声音变成数字信号交给电脑处理，并以文件形式存盘，还可以把数字信号还原成真实的声音输出。声卡尾部的接口从机箱后侧伸出，上面连接麦克风、音箱、游戏杆和 MIDI 设备的接口。



图 1.1 标准电脑和多媒体电脑

光盘驱动器是用来读出光盘上信息的一种装置，就是平常所说的光驱，是多媒体电脑的基本配置。光驱一般包括防尘门、手控面板、读盘指示灯、电源线插座、数据线插座、音频线插座以及跳线开关。其工作原理如图所示。

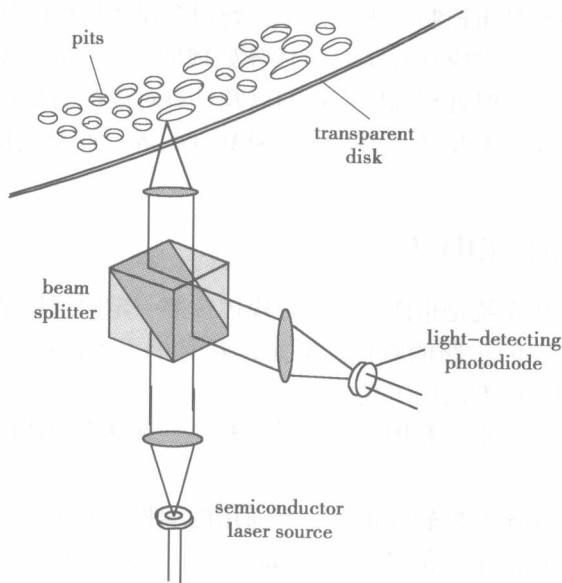


图 1.2 光盘驱动器工作原理

显卡又称显示卡，其基本作用就是控制计算机图形输出，有了显示卡和显示器组成的显示系统，我们才能看到计算机对数据处理的结果。显卡由显示芯

片、显存、RAMDAC 等组成。现在一般的显卡都已支持 3D 显示功能,即我们通常所说的 3D 加速卡。评价显卡的主要指标有像素填充率、显存容量以及其接口技术。像素填充率的最大值为 3D 时钟乘以渲染途径的数量。现在常用的显示卡接口主要有 PCI 接口和 AGP 接口。

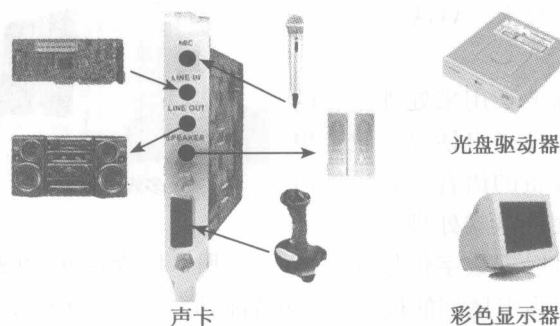


图 1.3 声卡及其接口

## (二) 多媒体操作系统

多媒体操作系统是指控制多媒体设备,处理多媒体信息的计算机操作系统和视窗软件环境,它通常应具有实时多任务处理能力;支持多媒体数据格式;支持对音频、视频的实时处理和同步控制以及具有对设备的相对独立性和可扩展性。如 MS—Windows3. X 及更高版本、MAC OS 等,而早期的 MS—DOS 就不是多媒体操作系统。

## (三) 多媒体系统开发工具软件

多媒体开发应用系统是指能够将多种媒体按照一定的组织结构将多种媒体组织起来,表达一定的主题的软件。但是,它对单一媒体的处理能力一般不强,可以配合使用一些专门的工具软件。

针对特定用户的需求,利用多媒体系统开发工具开发形成的软件,一般称做多媒体应用软件。

常见的多媒体系统开发软件很多,有通用的编程开发工具,也有专门的多媒体开发工具。通用的工具很多,如 Visual C++、Visual Basic、Delphi 等。专用的媒体开发工具,根据其媒体的用途,有相应的开发工具,如电子书开发工具 Desktop Author、电子课件制作工具 AuthorWare、交互式动画制作软件 Flash 与 Director、多媒体网页制作工具 Dreamwave、电子游戏制作软件 virttools、虚拟现实开发工具 EON studio 等。

在多媒体的制作开发中,往往需要一些专门的媒体处理工具,进行专门的处理,以便更好地实现制作者的意图,增强媒体的表现力。

常见的专门工具也很多,按媒体的类型划分,常见的工具软件主要有音频工具、图形图像工具和视频工具。这些工具一般又可分为制作工具和转换工具。常见的专业的音频工具有 adobe audition,专业的图像工具有 adobe photoshop,专业的视频工具有 adobe premiere。当然还有许多其他选择,在后续章节中有专门的讲述。

## 多媒体关键技术

多媒体的关键技术的主要包括以下几个方面:多媒体数据压缩、多媒体数据的组织与管理、多媒体信息的展现与交互、多媒体通信与分布处理。

### (一) 多媒体数据压缩

在多媒体系统中,由于涉及的各种媒体信息主要是非常规数据类型,如图形、图像、视频和音频等,这些数据所需要的存储空间是十分巨大和惊人的。例如:一幅中等分辨率( $640 \times 480$ )的真彩色图像,每个像素 24 位表示数据量为:

$640 \times 480 \times 24 = 7.03 \text{ Mbit/帧} = 0.88 \text{ MB/帧}$ 。光盘一般为 600MB,而硬盘一般在 200G 左右;在通信网络上,以太网设计速率为 10Mbps,实际仅能达到其一半以下的水平,大多数远程通信网络的速率都在每秒几十 K 位以下,而电话线数据传输速率才有 33.6 ~ 56Kbps。因此,为了使多媒体技术达到实用水平,除了采用新技术手段增加存储空间和通信带宽外,对数据进行有效压缩多媒体发展中必须要解决的最为关键的技术之一。

压缩技术经过 40 多年的发展研究,从 PCM 编码理论开始,到现今成为多媒体数据压缩标准的 JPEG 和 MPEG,已经产生了各种各样针对不同用途的压缩算法、压缩手段和实现这些算法的大规模集成电路或计算机软件。

### (二) 多媒体数据的组织与管理

数据的组织和管理是任何信息系统要解决的核心问题。多媒体数据具有数据量大、种类繁多、关系复杂的基本特征。以什么样的数据模型表达和模拟这些多媒体信息空间?如何组织存储这些数据?如何管理这些数据?如何操纵和查询这些数据?这是传统数据库系统的能力和 method 难以胜任的。目前,人们利用面向对象方法和机制开发了新一代面向对象数据库,结合超媒体技术的应



用,为多媒体信息的建模、组织和管理提供了有效的方法。但是面向对象数据库和多媒体数据库的研究还很不成熟。

### (三) 多媒体信息的展现与交互

在传统的计算机应用中,大多数都采用文本媒体,所以对信息的表达仅限于“显示”。在未来的多媒体环境下,各种媒体并存,视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉媒体信息的综合与合成,就不能仅仅用“显示”完成媒体的表现了。各种媒体的时空安排和效应,相互之间的同步和合成效果,相互作用的解释和描述等都是表达信息时所必须考虑的问题。有关信息的这种表达问题统称为“展现”。尽管影视声响技术广泛应用,但多媒体的时空合成、同步效果,可视化、可听化以及灵活的交互方法等仍是多媒体领域需要研究和解决的棘手问题。

### (四) 多媒体通信与分布处理

多媒体通信对多媒体产业的发展、普及和应用有着举足轻重的作用,构成了整个产业发展的关键和瓶颈。在通信网络中,如电话网、广播电视网和计算机网络,其传输性能都不能很好地满足多媒体数据数字化通信的需求。

要想广泛地实现信息共享,计算机网及其在网络上的分布式与协作操作就不可避免。多媒体空间的合理分布和有效的协作操作将缩小个体与群体、局部与全球的工作差距。超越时空限制,充分利用信息,协同合作,相互交流,节约时间和经费等是多媒体信息分布的基本目标。

## 虚拟现实技术

虚拟现实技术是多媒体技术的形式之一,但是由于其在现实生活中巨大的应用价值,早已形成了独立的研究门类——虚拟现实(virtual reality)。虚拟现实是计算机与用户之间的一种更为理想化的人-机界面形式。通常用户头戴一个头盔(用来显示立体图像的头式显示器),手持传感手套,仿佛置身于一个幻觉世界中,在虚拟环境中漫游,并允许操作其中的“物体”。与传统计算机相比,虚拟现实系统具有三个重要特征:临境性,交互性,想象性。虚拟现实技术潜在的应用范围很广,诸如国防、建筑设计、工业设计、培训、医学领域。例如建筑设计师可以运用虚拟现实技术向客户提供三维虚拟模型,而外科医生还可以在三维虚拟的病人身上试行一种新的外科手术。

## （一）虚拟现实的定义

虚拟现实是一种高端人机接口，包括通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等多种感觉通道的实时模拟和实时交互。

虚拟现实实际上就是采用计算机技术生成一个逼真的视觉、听觉、触觉及味觉等感官世界，用户可以直接用人的技能和智慧对这个生成的虚拟实体进行考察和操纵。这个概念包含三层含义：首先，虚拟现实是用计算机生成的一个逼真的实体，“逼真”就是要达到三维视觉、听觉和触觉等效果；其次，用户可以通过人的感官与这个环境进行交互；最后，虚拟现实往往要借助一些三维传感技术为用户提供一个逼真的操作环境（图 1.4）。

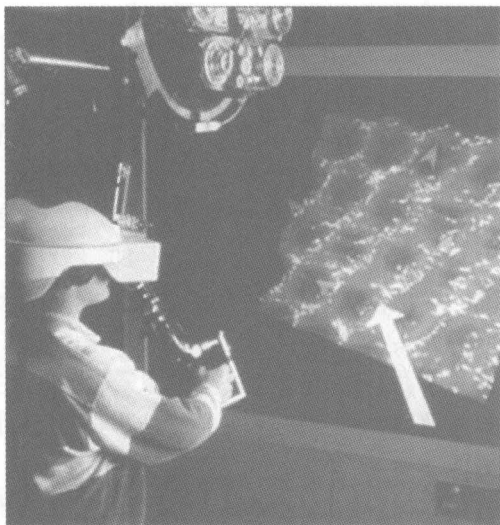


图 1.4 虚拟现实

虚拟现实是一门集成了人与信息的科学。其核心是由一些三维的交互式计算机生成的环境组成。这些环境可以是真实的，也可以是想象的世界模型，其目的是通过人工合成的经历来表示信息。有了虚拟现实技术，复杂或抽象系统的概念的形成可以通过将系统的各子部件以某种方式表示成具有确切含义的符号而成为可能。虚拟现实是融合了许多人的因素，且放大了它对个人感觉影响的工程。虚拟现实技术是建立在集成诸多学科如心理学、控制学、计算机图形学、数据库设计、实时分布系统、电子学、机器人及多媒体技术等之上的技术。

虚拟现实（VR）是近几年来国内外科技界关注的一个热点，其发展也是日新月异。简单地讲，VR 技术就是借助于计算机技术及硬件设备，实现一种人们可以通过视听触嗅等手段所感受到的虚拟幻境，故 VR 技术又称幻境或灵境技术。1992 年，在法国召开了与 VR 技术相关的名为“真实与虚拟世界的界面”的国际会议，同年在美国的 San Diego（圣迭戈），一批以医学专家为主的科学家组织召开了名为“医学中的虚拟现实技术”的学术会议。1993 年，IEEE 在 Seattle（西雅图）召开了第一届虚拟现实国际学术会议，会议吸引了大批科技工作者，发表了大量有价值的论文。不久，IEEE 的刊物 Spectrum 也组织了有关专

集。在国内科技界, VR 技术正逐渐受到人们重视。虚拟现实是一种多技术多学科相互渗透和集成的技术, 研究难度非常大。但由于它是多媒体应用的高级境界, 且应用前景十分看好, 在某些方面的应用价值甚至远远地超过了这种技术本身的研究价值, 这就促使虚拟现实的研究逐年热了起来。

## (二) 虚拟现实的特点

虚拟现实应具有以下三个方面的特征。首先, VR 是通过计算机生成一个非常逼真的足以“迷惑”我们人类视觉的虚幻的世界。这种“迷惑”是多方面的, 我们不仅可以看到而且可以听到、触到及嗅到这个虚拟世界中所发生的一切。这种感觉是如此的真实, 以至于我们能全方位地浸没在这个虚幻的世界中, 这就是 VR 的首要功能, 即浸没感 (Immersion) 或临场参与感。一般来说, 虚拟系统的输出设备应尽可能面向使用者的感觉器官以保证良好的浸没感, 如头盔式显示器 (HMD), 它将使用者的听觉视觉功能完全置于虚拟的环境之中并切断了所有外界信息。使用者在虚拟的环境漫游可以通过跟踪使用者的头及身体的运动来完成, 与虚拟物体的接触通过戴在手上的传感装置检测来实现。

虚拟现实与通常 CAD 系统所产生的模型是不一样的, 它不是一个静态的世界, 而是一个开放的环境, 它可以对使用者的输入 (如手势, 语言命令) 做出响应。比如你可以拿起一虚拟的火炬并打开其开关, 你一推操纵杆, 仿佛可以在里面漫游, 你甚至可以用虚拟的手感触到虚拟物体存在, 虚拟现实环境可以通过控制与监视装置影响或被使用者影响, 这是 VR 的第二个特征, 即交互性 (Interaction)。

虚拟现实不仅仅是一个媒体, 一个高级用户界面, 它还是为解决工程、医学、军事等方面的问题而由开发者设计出来的应用软件, 它以夸大的形式反映了设计者的思想。比如当在盖一座现代化的大厦之前, 你首先要做的事是对这座大厦的结构做细致的构思, 为了使之定量化, 你还需设计许多图纸, 当然这些图纸只能专业人士读懂。正如这些图纸反映的是设计者的构思, 虚拟现实同样反映的是某个设计者的思想, 只不过它的功能远比那些呆板的图纸生动、强大得多。所以国外有些学者称 VR 为放大人们心灵的工具, 或人工现实 (artificial reality)。这是 VR 所具有的第三类特征, 即构想性 (Imagination)。

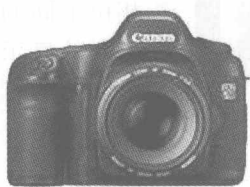
## (三) 研究虚拟现实的设备

由于虚拟现实的特殊性, 在进行虚拟现实的研究时, 要配备专门的设备、按设备的用途, 可以分为数据采集设备、数据处理设备和数据表达设备。



### 1. 数据采集设备

无论是进行虚拟现实研究, 还是进行虚拟现实工程, 数据采集都是必须的



数码相机



三维激光扫描仪



立体相机



平板扫描仪

图 1.5 数据采集设备

步骤。由于虚拟现实是对超三维空间的再现, 其获取的是海量数据。因此, 传统的数据采集手段不能满足虚拟现实工作的需要。现在, 主要采用数码照相、数码摄像以及三维扫描的方法来进行数据的采集 (图 1.5)。

利用近景测量原理, 可以用数码相机进行物体的测量, 获得物体的几何数据。用立体相机可以得到物体的三维数据, 利用三维数据进行三维物体的重构。利用三维激光扫描仪, 可以获得物体的空间点云数据, 并利用其进行空间三维物体的重建。平板扫描仪主要用来进行印刷文本的识别以及胶片的扫描、底片的扫描等, 可以作为数字化仪使用。

### 2. 数据处理设备

主要包括科研中应用的各种自动数据处理机, 如微生物研究中使用的菌落自动计数仪、色谱数据处理机等, 当然最常用到的数据处理机就是电子计算机了, 它的数据处理能力, 是根据所安装的软件系统所决定的。

### 3. 数据表达设备

立体显示技术 (图 1.6) 的关键在于形成视差。目前, 形成视差的方法主要有两类, 一种主要依靠专用的眼镜制造视差, 另一类是用显示设备直接形成视差。

自动立体显示 (AutoStereoscopic) 技术, 即所谓的“真 3D 技术”, 不用戴上眼镜来观看立体影像了。这种技术利用所谓的“视差栅栏”, 使两只眼睛分别接受不同的图像, 来形成立体效果 (图 1.7)。



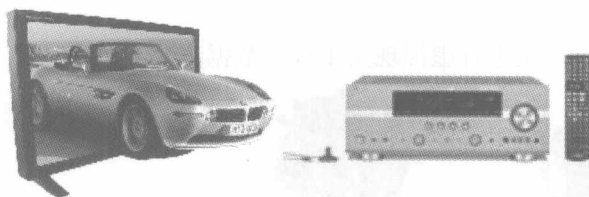


图 1.6 立体显示器与立体音响

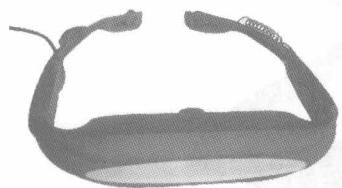


图 1.7 立体眼镜

平面显示器要形成立体感的影像，必须至少提供两组相位不同的图像。带有视差栅栏的显示器，提供了两组柱图像，而两组图像之间存在  $90^\circ$  的相位差（图 1.8）。

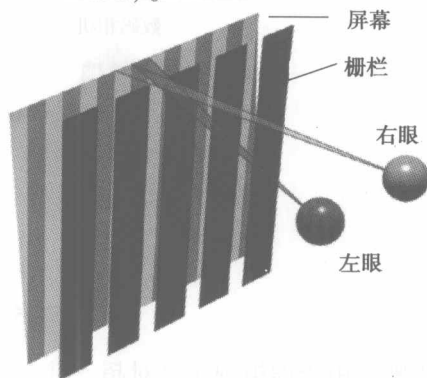


图 1.8 立体显示器原理

显然，这是个十分诱人的技术，绝对是技术发展的一个趋势。

## 多媒体技术在农业中的应用领域

### （一）信息技术与现代农业

随着现代化农业的发展和农业生产技术水平的不断提高，精细农业技术、数字化农业技术对传统农业技术产生了很大的冲击。农业机械化新技术不断产生，高新技术不断应用到农业机械的生产当中，如液压、电子、激光、GPS 技术、生物技术、计算机、机器人、农用飞机等，技术的复杂度越来越高，应用的范围越来越广。如何利用现代信息技术的集成手段，实现农业信息化，实现中国农业的跨越式发展，成为了农业科学研究、教学、生产及管理中必须解决的问题。

现代农业的四化：

内涵丰富，多元化发展——表现为由第一产业向第二、三产业的延伸，第二、三产业在农业中的比例越来越大。现代农业的主要功能除了农产品供给以



外,还具有生活休闲、生态保护、旅游度假、文明传承、教育等功能。

技术密集,专业化发展——从传统农业的劳动密集型向技术密集型转移。最新型的技术正在迅速地应用到农业中,包括生物技术、信息技术、材料技术、机械制造等。这些技术的应用提高了农业生产的技术含量,科技含量的提高,增加了农产品的附加值,并促进了农业生产的专业化发展。

市场导向,产业化发展——现代农业与传统农业的重要区别是通过市场化实现其利益,农业生产通过产业化发展来增强竞争能力。

重视合作,社会化发展——现代农业重视人与人、人与组织、人与环境的合作协调,是一种可持续的发展模式,传统农业中单一的家庭作坊式生产模式被现代农业的社会化生产模式所取代。

由此可见,现代农业的发展,要求重视和加强信息化在农业中的地位,只有信息化,它能够完全地服务于现代农业发展的要求。多媒体作为信息化的一种高级利用形式,在农业中的应用大大地促进了农业的发展。虚拟现实在农业中的应用,催生了虚拟农业这种新的农业形式,与精准农业、智能农业一道,共同构成了数字农业。

虚拟农业利用计算机强大的计算能力和图形化能力,在农业基本理论的指导下,实现对农业对象的设计和农业生产过程的模拟,实现农业生产设计的精确化,通过虚拟设计,降低农业生产的风险,提高农业生产的效率。虚拟农业着眼点在农业生产的设计阶段。

精准农业重视农业生产过程和农业机械的精确性,通过农业生产的量化,实现农业的精确控制。精准农业着眼点在农业生产的过程。

智能农业,利用智能算法,强调农业生产过程中各个部分的相互适应和协调,是对农业生产的组织和管理的模拟,强调农业的决策方案的制定与实施。

## (二) 多媒体技术在农业中的应用形式

多媒体技术在农业中的应用形式多样,按不同的划分标准,可以得到不同的应用形式。

### 1. 按照存储与传输方式分类

按其多媒体信息的储存和传输方式,可以分为多媒体光盘、多媒体数据库和多媒体网页。

多媒体光盘从 CD 发展到了 DVD,其容量越来越大,为多媒体内容的发布提供了较好的载体。现在,计算机软硬件的进步,使得多媒体光盘的制作方便了许多,其成本也很低,为光盘的制作和发布创造了良好的条件。我国地域广阔,各地区的经济状况不同,许多农村的计算机网络还很不普及,因而在目前

多媒体光盘仍然具有十分广阔的应用前景。

多媒体网页制作的技术也日益发展。编程语言从最初的 HTML 发展到 DHTML, 现在广泛使用脚本语言和 XML 语言进行网页的开发, 而三维网页则可以用 VRML 语言进行开发了。功能日益强大的可视化开发工具为网页开发的普及奠定了基础。

多媒体数据库就是充分利用多媒体数据处理技术, 各种国家农业实用技术多媒体数据库, 把十分复杂的农业技术以形象直观的形式表示出来, 形象逼真, 容易操作和接受, 通过网络可以实现资源共享, 方便快捷, 传播速度快, 覆盖面广。它既适合我国人口众多、地大物博的国情, 又利于提高教学质量、因材施教。它将以一种崭新的形式促进农业科技推广、科技咨询和农业教育的发展, 有广阔的市场应用前景, 并能产生较好的社会效益和经济效益, 所以多媒体网络 CAI 将是我国全民教育最好的一种形式。利用一些教育电视台的卫星信道, 将农业实用技术培训课件上传卫星, 全国各地利用相关的设备可以为基层农民开展农业实用技术培训。建立基于网络和多媒体的农业实用技术推广系统, 是农民、农业科技推广人员和各级政府部门传播推广实用技术, 普及农业科学知识的重要手段。

信息、物质和能源构成了世界的 3 大资源, 在农业领域, 农业信息浩如烟海, 要使各种各样的信息变成能为农业服务的信息资源, 将信息加工成数据库、建立起农业数据库系统是目前最普遍、最实用的方法, 在电脑应用程序的支持下, 可方便地查询、检索。其中, 数据库系统建设是信息资源建设的重要手段, 信息资源建设则是信息化工作的核心。农业数据库是把农业信息经数据化处理后存储在计算机中的一类信息存储形式。农业数据库领域范围宽广, 有农业资源、生产资料、技术、农产品市场、政策、气象等各种专题性或综合性的数据库。信息网络的发展克服了农业分散性和区域性强的缺点而使信息资源的有效利用成为可能, 使其能够方便、快捷地为不同地域的用户提供服务。

加快推进农业信息化建设, 以农业信息化带动农业现代化, 是我国农业和农村经济实现跨越式发展的必然趋势, 而农业网站在农业信息的广泛传播中扮演重要角色。近几年各级政府部门都十分重视农业信息网站的建设, 虽然其建设起步较晚, 但发展速度很快。利用中国农业科技信息网 (<http://www.cast.net.cn>) 的农业网站搜索引擎系统进行统计, 截止 2004 年 11 月底, 我国涉农网站已经增至 7 994 个。在数量不断增加的同时, 我国农业网站的内容也在不断的充实和完善, 信息内容涉及 18 个大类 127 个子类, 涵盖了农业和农村经济各个方面。这样众多的农业信息网站, 从其发布信息的内容看, 可以将网站划分为两大类: 即综合性农业信息网站和专门性农业信息网站。综合

性农业信息网站如“中国农业信息网”，网上内容涉及农业的多个方面，这样的网站一般以信息范围广博取胜。综合网易于了解农业的发展全貌；专门性农业信息网站如“中国种子信息网”，网上信息内容只涉及农业的某一个或少数几个相关领域，这样的网站发布的信息面较窄，但易于向精深发展。纵观整个农业网站，大部分网站已经建立起了良好的内容结构，大多数网站建立了自己的信息资源数据库。一些省级和国家级的农业网站已初步形成以市场为导向的内容体系，信息内容非常丰富，对来自中央的政策、法规、新闻信息更新及时，特别是所发布的农产品价格信息基本是每天更新，为农业用户提供了良好的信息服务。在目前，我国农业多媒体技术应用比较广泛，各种农业技术讲座的多媒体光盘涉及农林牧副渔各个行业，服务内容涉及技术、政策、农资信息、市场供求信息等。服务提供者包括政府机关、科研院所以及各类地方农业服务的中介机构。服务的对象则包括了农民、农村、农业科研教学人员以及其他方面的涉农生产的管理服务人员。

在农业信息网络发布方面，网站提供的信息综合性要强，针对性要强，内容应详尽，如对地域、土壤、作物等各因素的介绍要详细具体。除此之外供需信息还应定期更新、更换。据此特点，我们建设农业信息网站时，在数据更新方面开发基于 ASP、JSP、PHP 等网页编程语言环境的动态网页，使数据库中的信息能够自动地、定时、定期地在网页上更新。简单来说，在农业网站中开发定期自动更新网页数据信息的动态网页，是以方便用户为目的的。由于动态网页在服务器端自动执行，并能够随机地从服务器端的数据库中提取数据，保证了信息的准确与新鲜，并且还可以与静态网页相结合，满足网站设计者的某些需要，实现动静并存，增强网站的可观性和可读性。另外，以脚本语言如 JavaScript 等为基础，可以支持市场上两大浏览器 Communicator 和 Internet Explorer，由此，既可以节省网站的建设资金，又增强了网站的兼容性。

## 2. 按照服务对象划分

按多媒体服务的对象，可以有科研多媒体服务、教学多媒体服务、生产多媒体服务与管理多媒体服务。

### (1) 农业技术推广

农业科技成果是农业科技人员辛勤劳动的结果，它对保证我国粮食产量稳定，促进农民增产增收具有重要意义。但在农业科技成果推广过程中，农技人员只能向农民说明它的适用范围、方法和措施，这种口头式的表述往往达不到准确的目的。为了增强说服力，让农民更直观地了解农业科技成果，应用多媒体数据处理系统和工具将农业科技成果的应用制作成多媒体 CAI 课件，以直观、形象的方式让农民相信农业科技，应用农业科技，促进农业科技成果推广



和应用,提高我国农业生产整体水平。

利用多媒体技术对先进的农业科学技术信息进行加工制成内容丰富、通俗易懂的多媒体节目,并以此为主要方式进行农业技术推广,往往会收到事半功倍的效果,它是信息技术在农业上的应用的重要手段之一。一般来说,这种方式有以下主要优势:

第一,农民对多媒体节目有新鲜感,能增加人气。现在,虽然学生及科技人员对电脑的使用已习以为常,但对广大久居农村的农民朋友来说,多媒体节目(尤其是在电脑上播放的多媒体节目)仍然是个新鲜事物,他们有想来见识一下的愿望。能吸引很多忙于农活而不愿意来参加农技推广培训的人也前来进行培训学习。从而大大增加培训人数,提高农技推广面。

第二,图文并茂,使讲解更直观、生动。利用多媒体节目进行教学,最大的优点就在于能在课件中加入图片、声音及视频片段。在传统的农业科技推广中,往往是科技人员在讲台上讲,在黑板上写,在需要图片说明的地方也只能在黑板上画个草图,有时很难准确地把问题说明清楚。而利用多媒体节目,能把相关的图片插入到演示文稿中,并用文字进行标注,使讲解更直观、生动。例如:在进行病虫害防治的培训时,可把害虫照片、农作物受害状等图片插入;在推广一种新作物时,也可把它的各种照片加入,让农户知道自己种植的作物怎么样,做到心中有数,有利于推广。

第三,方便农民记录,并加深印象。在传统的农技推广中,多数农民不带笔记本,只是用耳朵听,部分农民带了笔记本也不知该记什么,怎么记。这样就容易造成“培训时听了,回到家忘了”的情况。而利用多媒体节目教学,增强了条理性,并把重点及难点都做在课件中,加以标注,让农民朋友抄下来。通过听一遍,抄一遍,加深了印象,也便于日后查阅。

第四,能增加培训内容,提高培训效率。利用多媒体节目进行农技推广,省下了大量在黑板上写写画画的时间,传统农技推广培训中两个小时才能讲完的内容,可以在不到一小时内完成。从而赢得了宝贵的时间,增加了内容,提高了农技推广效率。

总之,充分利用多媒体技术进行农业科技的推广培训工作,用到的设备较少,并且易学易用,可操作性强。培训效果及效率都能得到大大提高。因此,它是一种较好的农村农业科技的推广方式,值得在实际工作中推广应用。

## (2) 农业科技教学

随着我国教育思想观念的转变以及教育改革的不断深入与发展,在农业科技教学领域,传统的教育内容、教育方式,教育手段已不太适应当前社会发展需要,同时,也不能满足广大农业学员对农业现代化技术日益增长的迫切要



求。为此,必须利用现代化教育技术优化学习过程来促进素质教育的实施。要实现这一目标,必须把教育观念的更新和现代教育技术紧密地结合起来。应用先进的多媒体数据处理系统及工具制做出一系列多媒体课件,并利用这些课件辅助农科教学,可以直观动态地再现动植物外部形态、内部结构(包括DNA等细微结构)以及生长发育状况,模拟植物模式化栽培与育种、植物生理、配方施肥,畜禽模式化饲养以及生理、病(毒)理过程等,从而实现了互动式教学。通过这样的方式,可以激发学生学习兴趣,提高学习效率,由此获得了更好的教学效果。

与传统教学方式比较,多媒体数据处理技术及工具应用于教学领域,可使教学内容直观易懂、生动活泼,全面调动了学生的各种感觉器官,有益于学生依据自身条件自主学习。学生不仅提高了学习的兴趣与积极性,而且易于掌握知识点。一是多媒体教学强化认知环境,改变了认知的硬件环境。应用多媒体数据处理工具所制成的多媒体课件将图、文、声、像优化组合起来,从而简化了认知方式。学生在思维过程中既有概念、判断、推理,又有感知、联想、想象;既有概念经验积累的“渐悟”的过程。又有表象经验的“顿悟”的过程。与单一的书本学习,课堂讲授比较,丰富了认知层次,简化了认知形式,提高了认知效率。同时,多媒体教学课件为学生创造了一种可以充分发挥各个感官功能的环境,把两种以上思维方法融合到对一个知识对象的思索中,实现感知与思维整体的交互,拓展认知深度。

总之,重视多媒体数据处理技术和工具在农业院校教学中应用,积极跟踪多媒体教学和网络教学的发展方向,培养掌握多媒体技术的人才,是现代教育技术在农业院校健康发展的基础。也只有这样,才能真正使现代教育技术为提升教学质量服务成为长久的现实。

### (3) 农业生产与管理

农业信息技术促进是农业现代化的一个重要手段,农业生产的多元化、产业化、专业化和社会化都必须以信息化为技术基础。农村政策的制定和落实、减轻农民负担、落实家庭联产承包经营政策也离不开信息。农业信息化不仅可以使农业的原有优势得到越来越充分的发挥,而且使其原有的劣势逐步得到改善以至消除,而且可以极大地提高农业生产的实力和农产品的国际竞争力,同时能最大限度地节省资源,追求以最少的资源耗费获得最大的优质产出的高效益,以保持农业的可持续发展,有力地支持我国的社会主义新农村建设。

### 3. 按多媒体的组合应用方式划分

按多媒体的组织形式看,有文本与图像的形式、交互式视频的形式、虚拟现实的形式以及交互式游戏的形式,还有它们的混合体。



### (三) 多媒体 GIS

在我国 3S 系指遥感 (Remote sensing, 即 RS)、地理信息系统 (Geographical information system, 即 GIS) 以及全球定位系统 (Global positioning system, 即 GPS), 3S 技术是这 3 个系统的集成, 其中 GIS 系统是数据的处理及表达中心, 而 GPS 为 GIS 提供了现实世界中物体的空间位置数据, 并在系统中为现实空间的系统提供定位、授时及导航业务, RS 是获取空间信息的主要工具, 可以获取包括影像类和非影像类资料。

多媒体 GIS 是多媒体技术与 GIS 的完美结合, 是目前 GIS 研究的热点。3S 技术在农业中的应用, 形成了精准农业的形成和发展, 也是虚拟农业形成和发展的重要基础。

3S 技术内容多, 技术难度大, 是众多高科技的综合, 在本书中将不进行专门论述, 有兴趣的读者可以参阅相关的书籍。

### (四) 虚拟农业研究

自 20 世纪 80 年代中期我国提出虚拟农业的概念以来, 人们对于虚拟农业的定义、理解角度及研究方法各不相同, 显示出了对虚拟农业的认识存在着较大的分歧。这种局面, 不利于虚拟农业研究的开展。比较公认的定义是“虚拟农业是以农业领域研究对象 (农作物、畜、禽、鱼、农产品市场、资源高效利用等) 为核心, 采用先进信息化技术手段, 实现以计算机为平台的研究对象与环境因子交互作用, 以品种改良、增产为目的的技术系统, 其成果应接受实践的检验”。但是, 该定义并不能被大多数人所接受, 并经常和其他的农业概念相混淆。从各种文献中可以看出, 产生分歧的主要原因是:

- 对于虚拟的理解不同。对于虚拟的理解, 最普遍的一种看法是, 虚拟就是不真实的, 即虚实之虚, 与我们生活的现实世界相对照, 将计算机的世界称为虚拟世界, 凡在计算机中一切的表现均称之为虚拟, 与虚拟农业的定义有很大的出入。

- 对于虚拟现实的沉浸感与虚拟农业的关系的理解。也就是在虚拟农业的研究中, 是否需要沉浸感。这关系到研究的手段、方法。

- 国内外对 Virtual Agriculture 的理解不同。当虚拟农业提出后, 我国将其英文译为 Virtual Agriculture, 但是, 在国外事实上也有人提出了 Virtual Agriculture 的概念, 这个概念与我国提出的虚拟农业的概念相去甚远。

如何理解虚拟农业与数字农业、精准农业及智能农业的关系。在虚拟农业出现的同时, 还有数字农业、智能农业、精准农业等很多的新名词出现, 使人





们对于新的大量涌现的新词无所适从。我们将从虚拟农业的研究历史入手,从虚拟农业的基本定义、基本理论和研究范围等几个角度进行探讨,对虚拟农业的基本体系进行梳理,建立虚拟农业的基本理论框架和基本技术体系,为虚拟农业的健康发展做一些基本工作。

### 1. 虚拟农业的定义

我国虚拟农业提出背景是在 20 世纪 80 年代,当计算机虚拟现实技术取得快速发展,并在各个行业应用中取得不俗成绩的情况下提出的。目的是想借助虚拟现实技术,来推动信息技术对传统农业的改良,提升传统农业的效益和价值。但是,就在当时,数字农业、精准农业的概念也已经提出来了,仅仅从上面提到的接受度比较广泛的虚拟农业的定义看,还是很难看出与数字农业、精准农业有何区别。“数字农业”指的是将遥感、地理信息、全球定位系统以及电脑、通信和网络、自动化设备等高新技术,与地理、农学、生态学、植物生理学、土壤学等基础学科有机地结合起来。对农作物发育生长、病虫害发生、水肥状况变化以及相应的环境要素进行实时监控。定期获取信息,建立动态多维系统,模拟农业生产过程中的种种现象。达到合理利用农业资源、降低生产成本、改善生态环境、提高农作物产量和质量的目的。又有人将数字农业也称为是智能农业、精细农业。但是,精准农业又有其自身的定义,“精准农业是指由信息技术支持的根据空间变异定位、定时、定量地实施一整套现代农事操作技术与管理的系统,其基本含义是指根据作物生长的土壤性状,调节对作物的投入,即一方面查清田块内部的土壤性状与生产力空间变异,另一方面确定农作物的生产目标,进行定位的系统诊断、优化配方、技术组装、科学管理”,调动土壤生产力,以最少的或最节省的投入达到同等收入或更高的收入,并改善环境,高效地利用各类农业资源,取得经济效益和环境效益。智能农业即利用智能化农业信息技术来指导农业生产。以农业专家系统为代表,它是一种拥有高层次、多方面的农业专家知识,并能模仿人类的推理过程,在计算机上以形象、直观的方式向使用者提供各种农业问题决策咨询服务的实用软件系统。从以上的定义可以看出,精准农业的特点在于农业生产的经营过程,可以对农业的生产对象实现精确的管理。智能农业是通过应用计算机的智能技术,提高农业管理决策水平。数字农业是数字化技术在农业上的应用,是指农业产品及其生产管理过程的数字化。精准农业和智能农业是数字化农业的特点,数字化的一般特点呈现为智能化、个性化和网络化。智能农业即生产过程及管理决策的自动化和智能化。个性化是指可以在生产过程对生产的过程进行个性化控制,与精准农业相对应。其实,虚拟农业也是农业数字化的结果。但与精准农业和智能农业有所不同,它强调的不是在农业的生产过程中,它突出



表现在农业生产的设计过程中,包括品种设计、资源利用设计、生产过程设计、管理方案设计和农业区划设计等,并可以贯穿农业科研、生产、管理与教学整个过程的农业数字化技术。它是农业数字化的高级形式,是对精准农业、智能农业的必要的有益补充。因此,可以将虚拟农业定义为:“以计算机网络为平台,以农业科学技术原理为支撑,以虚拟现实技术对农业对象进行重构或设计,建立虚拟的农业环境,进行农业产品及资源的组织管理、开发利用和优化配置,进行农业的科研、生产流通、管理决策和知识与技术的教育推广,是基于多学科专业人员合作的,可以促进现代农业增值的学习、研究和生产的体系”。因为随着现代农业中各门类技术的高度集成,单一知识领域的专家,已经没有办法对现代的农业生产进行有效的研究及组织管理,必须是多学科专业人员的合作。虚拟农业是一种技术体系,同时也是一种组织体系和思想体系,因此,在定义中,并没有仅仅将虚拟农业作为一种技术体系。作为技术体系,虚拟农业为农业的科研提供了一个研究环境,为农业开发人员提供了一个设计环境,为知识传播和技术推广提供了一个交流的平台;作为一种组织体系,它为农业的科研、生产、管理与技术交流提供了一个组织的机制;作为思想体系,它为现代农业的产生带来了全新的理念,将农业的设计概念引入了现代农业体系中,并以设计技术为核心,将农业的整个作业流程实现了计算机的模拟,可以大大地提供农业活动的效率。为建设高效的环保的健康的农业提供了切实可行的思路。

## 2. 虚拟农业的特点

虚拟农业按其过程可以将其以“四化”来概括。即信息获取设备的数字化,信息处理方式的智能化,信息处理过程及结果的准确化,信息表达方式的真实化。虚拟农业的信息是海量数据,因此,虚拟农业的信息技术的应用是现代信息技术的前沿,包括其数据的处理要应用并行计算和分布计算技术。

首先,信息获取设备的数字化是虚拟农业的基础,大量的数据是支持构建虚拟农业环境的基础,缺乏现代化的高速信息采集设备,难以构建农业的虚拟环境。传统的信息采集方式不能满足采集速度的需要,并且由于采集手段落后,造成数据的不准确,给模型的建立带来困难。

其次,信息处理方式的智能化,是指利用基于机器的算法进行数据的处理。传统的算法是面向人的算法,算法的设计是为人参与计算设计的。算法设计简单,后来将面向人的算法搬到电脑中,但并未充分发挥计算机的性能。将专家系统,面向机器的智能算法,如遗传算法、神经网络等引入了计算中,提高了计算机的智能化水平。数据挖掘、知识发现算法,提高了计算机解算多维数据的能力。并行算法、分布算法,解决了海量数据和分布式数据的问题。

最后,信息表达的真实感,是虚拟农业与精准农业和智能农业的本质区别,没有真实感的环境,不能称为虚拟农业,这种真实除基于外观真实外,更要强调其环境因素间交互驱动的真实性。如小麦的生长,不仅要具有真实的小麦的外观形态,小麦的生长与环境因子的交互同样具有真实性。基于真实的农业科学原理的特点,是虚拟农业区分与网络游戏的关键所在。

### 3. 虚拟农业的体系结构

结构决定功能,虚拟农业的体系结构决定了虚拟农业的功能。反之,虚拟农业所应该实现和具备的功能,决定了虚拟农业必须具有特定的结构。

对于虚拟农业的结构问题,有一种观点,由于它将虚拟农业的范围局限于对虚拟植物及其环境的交互上,因而,将虚拟农业的一般结构特殊化了,变成了虚拟植物研究的一般结构。杨国才对虚拟农业的体系框架,进行了一般化的描述,构建了虚拟农业的一般体系,对虚拟农业的网络化特性给予了充分地重视,但是,在虚拟农业体系结构中,对于信息获取的重要性以及对于虚拟农业和农业的新组织特点等,并未给予适当的重视。

虚拟农业是多学科专业人员合作的体系。因此,虚拟农业体系必须是开放的体系,是基于互联网的体系。必须具有发达的通讯能力,供不同领域的人员进行充分地沟通与交流。虚拟农业的体系是一个具有智能化信息处理的体系,因此,必须具有相应的专家知识库、推理机及专家知识编辑机制,同时在信息处理机制上还应该采用数据挖掘与知识发现技术处理海量数据,发现数据中隐含的规律性。海量信息的存在要求系统具备高速的海量数据储存器,并具有并行算法进行数据的处理。由于虚拟农业系统要求具有真实感的信息表达能力,因此,系统必须具有高性能的图像处理能力。综合以上分析,我们可以得到虚拟农业的基本体系结构(图1.9)。

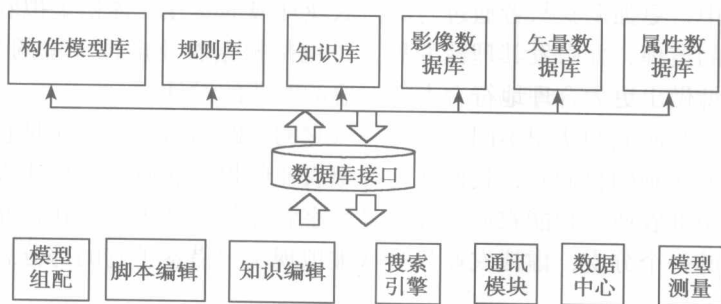


图 1.9 虚拟农业的体系结构



#### 4. 虚拟农业与虚拟现实的区别

虚拟农业是虚拟现实在现代农业中的应用,是现代农业对虚拟现实中真实感觉的各种技术的借鉴,同时,也是现代计算机技术发展理念在现代农业中的应用。美国 Illinois 大学农业实验站的 D. A. Holt 和 S. T. Sonka 认为:虚拟农业不仅仅是对网络计算机的类比,虚拟农业将会越来越依赖网络计算机,信息的结构必须扮演一个新的角色,使得农业合作者之间的沟通和交通更廉价、更方便、更频繁、更便捷。同样地,信息的结构也使得研究与开发活动中的信息的搜索与获取变得更为重要。以上的信息在虚拟农业的结构体系中得到了充分地展现。即虚拟农业不仅仅是一种技术体系,同时也是组织体系与思想体系。虚拟农业与虚拟现实的区别还表现在虚拟农业在借用虚拟现实时,它与虚拟现实对其三个特点的实现与要求不尽相同。

虚拟现实的特点,体现在它的沉浸感、交互性与构想性上。虚拟农业主要借鉴了虚拟现实这个层面的意义,但它与虚拟现实又有不同。

首先,表现在沉浸感上,虚拟农业的研究,不一定要做多维的环境,使参与者有身临其境的感觉,它更强调在其要体验对象上的真实性上,其参与的环境,可以是三维的,甚至可以是 2.5 维的。它强调一种真实感,兼顾感官上感知的真实感和虚拟环境中各对象交互的真实感和其驱动基于的科学性上。

其次,在交互性上,虚拟现实强调作为参与者的人可以与虚拟环境中的对象进行交互。即参与者可以操纵虚拟环境中的部分对象,是虚拟环境组成的一部分。而虚拟农业中它并严格要求参与者是虚拟环境的一部分,它更强调虚拟环境中各对象之间的交互及其后果,并对交互的过程及其深层次的原因更感兴趣。

在构想性上,虚拟现实是指参与者当其沉浸在虚拟现实时产生的联想。在虚拟现实中,更强调参与者通过与虚拟农业环境的交互,体悟虚拟农业环境中交互发生的道理,并引发其理性的思考,也指根据农业虚拟环境的交互现象,对虚拟环境做出更为合理地符合人类意愿的改造的设计。

与大多数研究的认识不同,无论是从它的实践的出发点,还是它的实践过程,及其要达到的目的看,我们认为虚拟农业归根结底应该是现代农业的一个分支,与精准农业、智能农业一样,是数字农业的一种表现形式,而不应该是虚拟现实的一个分支,虚拟农业只是从虚拟现实借鉴了它的部分思想和技术手段而已。

#### 5. 虚拟农业的应用领域

虚拟农业是以农业设计为核心,可以应用在农业科研、农业生产、农业管理、知识传播及技术推广的各个阶段。

在农业科研中,虚拟农业技术可以广泛地应用在农业科研的各个方面,并可以极大地增强农业科研的能力,变过去的不可能为可能。如作物形态设计、农药化肥施用技术、农业生产对生态环境影响的评价,农业自然灾害的模拟及预防策略的制定等。还可以进行农机具及农业大型设备研发设计等。可以说虚拟技术在农业科研中的应用是对农业科研方式的革命。

在实际农业生产中,利用虚拟农业技术,可以模拟生产组织的流程,并根据模拟的结果,对生产方案进行评价,降低生产消耗,提高生产效率。并可以对生产中存在的风险进行正确地预见和评估,保护劳动者的安全。

在农业经营管理中,虚拟农业技术是管理者进行农业经营管理的得力工具。利用虚拟农业环境可以对农业活动在事前进行充分地模拟和推演,对管理中的各个环节进行仔细地推敲,制定出合理的经营方案。并针对可能出现的情况做出多种预案,对未来可能出现的各种情况做到成竹在胸。利用计算机的专家知识系统,可以帮助普通人员提高决策水平,从而提高整个农业行业的管理决策水平。

虚拟农业技术在教育与技术推广中的应用,将全面提高农业从业人员的业务素质。利用农业虚拟技术,可以使受培训人员直观地感受到环境变化与农作物生长的影响,可以让学员快速掌握农机具的使用,可以让学生在虚拟的环境中进行植物栽培试验,尤其是多年生、栽培周期长的植物,对于学习时限较紧的学员,往往不能在真实的环境中得到学习的机会,而在虚拟环境中,可以将有几百年生长时间的松树的生长,用很短的时间重现。对于有破坏性的实验,则更具有独特的优势,可以通过虚拟环境进行训练,减少对资源的浪费,并显著地缩短学员的培训时间。如:树的修剪、草原防火、森林防火的模拟演练。

随着计算机信息技术的发展,计算机可视化研究、海量数据处理、并行运算、分布运算以及信息获取计算机的进步,特别是3S技术的迅速发展,现代算法的研究、遗传工程的进步,都为现代农业的发展奠定了坚实的基础。植物可视化技术,在最近的几年来也取得了可喜的成绩。所有这些都为虚拟农业的研究开创了局面。特别是虚拟现实技术在其他行业上应用所取得的成就,更值得虚拟农业研究的借鉴。虚拟现实技术在采矿、石油勘探、飞行、军事、医学等行业都取得了令人兴奋的成绩,而虚拟农业的研究还基本上处于起步阶段,大多数的研究基本上都处于理论探讨阶段,一些探索性的实验性工作,基本上还处于单一的基础性研究,综合性的应用性的工作还未见报道。然而,随着相关领域技术的进步,以及更多的人投身到虚拟农业的研究中,我们有理由相信,虚拟农业研究与应用的时代会离我们越来越近。

## 多媒体技术在我国农业应用与发展

### (一) 计算机在农业领域的应用与发展

1981 年我国建立了第一个农业领域的计算机应用研究机构, 即中国农业科学院计算中心, 并引进了 FELIX—512 系统, 以此为标志, 20 多年来大体上经历了起步、普及、提高的发展过程。

20 世纪 80 年代是从应用起步逐渐转向微型机普及, 前 5 年主要以科学计算、数学规划模型和统计方法应用为主, 利用中小型计算机现有方法库和软件资源开发利用。后 5 年迅速转向应用微型计算机。农业部第一次把计算机农业应用研究列入“七五”攻关内容, 第一份专业刊物——《农业网络信息》(原刊名为《计算机农业应用》) 于 1986 年创刊并公开发行。1987 年农业部成立农业信息中心, 推动了计算机技术在行政管理中的应用。各类专用程序软件包大量开发应用于农业生产和管理。农业系统计算机数量增加。到 1984 年底已达到 1 000 台以上, 同时培养了一批计算机应用科技人员。

进入 90 年代, 计算机应用得到了较快的发展。随着微机性能不断提高和软件开发逐渐增加, 专家系统研究出现了高潮, 管理信息系统 (MIS) 和决策支持系统 (DSS) 应用研究逐步深入, 出现了一批科技成果。到 1994 年底, 农业系统计算机已超过万台以上, 已形成了数千人的专业人员队伍。1996 年以后进入了迅速提高的时期。随着计算机价格不断下降, 软件开发水平不断提高, 运行速度迅速加快, 应用功能急剧扩大。1996 年以后, 微型计算机数量急剧增加, 计算机在农业上的应用出现了第二次高潮。随着国际互联网的发展, 数据库技术的提高, 上网微机数量也在迅速增加。

21 世纪前期, 中国农业计算机的应用将会出现一个新的发展时期。中国的国民经济信息化和农业信息化计划, 以及“863”高技术计划和科技攻关计划都把现代农业信息技术研究和开发列为优先领域。目前国家级和省级农业科研机构及农业高等院校已经基本实现科技人员一人一台计算机。与此同时, 从 2000 年开始, 将逐步增加新一代计算机的比重, 加快原有计算机的更新换代, 计算机的容量和速度迅速增加。计算机的应用出现了几个新的特点: 一是由主要在农业科学研究领域应用逐步扩大到农业生产、流通和消费的各个领域, 逐步扩大到农村经济和社会及生态环境的各个领域。二是由主要在单机上应用逐步转向联网应用。三是由主要在情报科学、图书馆、金融财务领域应用逐步渗透到各个学科的深入应用。



## （二）多媒体技术在农业中的应用与发展

中国的声像媒体技术在农业上的应用，起始于 1980 年。这一年在中国农业科学院情报研究所建立了第一个农业声像室。当时利用世界银行贷款引进了一套设备，具有 VO 和 BVU 两个系列前后期拍摄制作能力。20 多年来，拍摄了数百部专题片，有不少颇有影响的优秀作品。拍摄技术和制作加工技术都有了显著的进步。如《太谷核不育小麦》、《方旱地农业研究》、《南方红黄壤研究》都产生了很好的社会影响，并获得了一批成果奖励。

20 世纪 90 年代多媒体技术迅速发展起来，它将图形、图像、声音、视频等多种媒体技术综合集成，形成具有多种功能的新型多媒体技术。1998 年，在财政部、科技部、农业部的支持下，中国农业科学院科技文献信息中心建立了中国第一个农业多媒体制作中心，并且购置了中国农业科技信息网络中心的上网多媒体设备，为农业多媒体的广泛应用提供了良好的基础设施环境。经过多年的努力，农业多媒体中心为多媒体技术在农业上的广泛应用提供了一条有效的途径和有效的设施，为多媒体技术的产业化开拓了一条全新的发展途径。

进入 21 世纪以来，多媒体技术的研究和开发仍然是信息技术在农业中应用的优先发展领域，并呈现出一些新的特点：

第一，仍然注视加强农业领域多媒体光盘技术的开发，广泛地应用于实用技术的推广载体，使农民在家庭电视和其他设备上看到生动活泼的各种多媒体实用技术。

在多媒体技术的发展过程中，光盘作为一种重要的媒体，大大地推进了多媒体技术的发展，以至于光盘驱动器成了多媒体计算机的标准配置。近年来，DVD 机在家庭中几乎近于普及，为利用光盘进行技术信息的传播提供了可能。光盘可以反复观看，长时间保存，CD 或 DVD 机操作方便简单，不需要进行专门的学习，也是利用多媒体光盘进行农业生产技术推广的有利条件之一。对于没有上网条件的农民，利用农业多媒体光盘进行学习也是不错的选择。

第二，为适应网络的发展，积极进行网上多媒体技术的开发和应用，在网上开展实时教学、科学技术普及和推广以及科学研究协作活动。

近年来，随着网络技术发展和普及，网络正成为主要的信息传输手段，特别是宽带技术的发展，为多媒体农业信息的传播提供了基础支撑。以网络为基础平台的各种农业多媒体信息平台也不断地被开发出来。以网络为平台的农业多媒体信息以多媒体数据库作为后台数据管理系统，随着分布式数据库技术的成熟，以及基于计算机网络技术在农业上的应用，农业服务平台的共享程度、智能性等各个方面将会得到有力的提升。



第三,多种高新技术与多媒体技术进一步集成与融合,提高了所开发系统的智能化与自动化,注重了服务意识,加强了个性化服务和智能化服务在农业信息服务领域的研究与开发的程度。

第四,提高了多媒体技术在农业应用的研究层次,积极开展虚拟技术在农业中的应用研究,虚拟作物、动物及虚拟农机设备的研究与开发得到了空前的发展。

第五,利用多媒体的数据采集方式的自动化方法,提高数据采集的效率、精度和自动化水平。

目前,基于传感器技术的数据自动采集技术在农业中得到了广泛的应用,该技术的应用大大地提高了农业科研、生产的效率与质量,使得现代农业科技水平得到了质的飞跃。具体表现为数码相机、遥感技术及其他传感器技术在农业上的大量应用。遥感技术的应用,使农业生产的管理人员具有了千里眼,可以以不同的分辨率、不同尺度对农业生产的过程进行质量控制,同时可以及时地进行农业各种灾害监测。由于数码相机价格低廉,可以在科研中广泛地应用,既可以作为实验室内的数据采集器具,也可以作为野外数据采集的工具,由于其体积小,储存量大,已经成为科研人员不可或缺的工具。三维扫描仪可以快速获取物体的三维影像,并可以在虚拟的空间中对其进行研究或展示。在农业中应用三维扫描仪可以为虚拟植物和虚拟仪器的设计进行快速建模。虚拟现实是目前多媒体应用中最有前途的技术之一。虚拟农业可以对农业生产的设计、生产、管理决策等过程进行模拟和评估,是现代农业发展的主要方向之一。其他传感器在农业上的应用也越来越广泛,如自动温室便是传感器在农业上应用的集中体现。传感器技术是农业实现自动化的基础技术支持。



## 二、数据采集技术

计算机数据采集是信息获取的主要手段和方法。数据采集技术涉及的学科主要有仪器科学、信息科学和计算机科学，涉及的技术主要有传感器技术、测试技术、仪器技术、电子技术和计算机技术等。

数据采集就是将要获取的信息通过传感器转换为信号，并经过信号调理、采样、量化、编码和传输等步骤，最后送到计算机系统中进行处理、分析、存储和显示。

本章主要从仪器角度介绍了几种常用的数据采集工具，从概念、原理、应用等内容进行了全面的介绍，它们已经在农业虚拟现实技术、农业多媒体信息处理等农业工程中得到了广泛的应用。

### 数据的概念

数据 (Data) 是对客观事物的符号表示，在计算机科学中是指所有输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。数据是对客观事物的符号表示，是用于表示客观事物的未经加工的原始素材，如图形符号、数字、字母等。或者说，数据是通过物理观察得来的事实和概念。它是有意义的实体，它涉及事物的存在形式。数据形式本身不能表达语句内容，不了解其语义的人无法理解其含义，为了认识世界，数据经过语义解释，传递给人们可靠正确的信息。

数据可分为模拟数据 (Analog Data) 和数字数据两大类。模拟数据是在某个区间内连续变化的值，例如声音和视频都是幅度连续变化的波形，又如温度和压力也都是连续变化的值；模拟数据是由传感器采集得到的连续变化的值，例如温度、压力，以及目前在电话、无线电和电视广播中的声音和图像。

数字数据 (Digital Data) 是离散的值，例如文本信息和整数。数字数据是模拟数据经量化后得到的离散的值，例如在计算机中用二进制代码表示的字符、图形、音频与视频数据。目前，ASCII 美国信息交换标准码 (American Standard Code for Information Interchange) 已为 ISO 国际标准化组织和 CCITT 国际电报电话咨询委员会所采纳，成为国际通用的信息交换标准代码，使用 7 位二进制数来表示一个英文字母、数字、标点或控制符号；图形、音频与视频数据则可分别采用多种编码格式。



在人类生活中,通过感觉器官收集到各种信息包括视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等,要使机器智能化,计算机就必须能处理多种多样的媒体数据。

视觉数据主要有静态数据和动态数据两类,静态数据如位图图像、矢量图形、文字信息(包括符号及语言文字)。动态数据(离散型时基媒体信息)表现在图像方面如动态影像视频、真实感三维动画,表现在图形方面如二维动画;其他表示为视觉的媒体信息。

听觉数据指连续型时基媒体信息:如自然界的声响、人类语言的语音及音乐等。

除视觉、听觉外,触觉媒体就是环境媒体,它描述了环境中的一切特征及参数,如温度、湿度、压力、位移、震动、运动等,另外,还有嗅觉及味觉。在信息系统中引入上述各类媒体后,使人与环境信息的交互又迈进了一大步。当然,目前的多媒体采集设备还只限于处理视觉及听觉类媒体信息,在模拟环境的应用中,正在向虚拟现实的系统发展,对多种媒体信息的应用形式将会更加复杂。

## 数码录音设备

近些年,电台、电视台、音像公司,甚至包括一些个人 MIDI 制作室等都面临着设备数字化的问题,而市场上的数字设备种类繁多,型号更新快,功能复杂,这里对几种数码录音设备作一些介绍,以录音笔为重点。

### (一) 数码录音笔

数码录音笔是数字录音器的一种,造型如笔型,携带方便,同时拥有多种功能,如激光笔功能、MP3 播放等。与传统录音机相比,数码录音笔是通过数字存储的方式来记录音频的。图 2.1 为数码录音笔的一种型式。



图 2.1 数码录音笔

#### 1. 工作原理

数码录音笔通过对模拟信号的采样、编码将模拟信号通过数模转换器转换为数字信号,并进行一定的压缩后进行存储。而数字信号即使经过多次复制,声音信息也不会受到损失,保持原样不变。下面以图 2.2 做个简单说明。

图 2.2 中的 DSP 芯片也称数字信号处理器,是一种具有特殊结构的微处

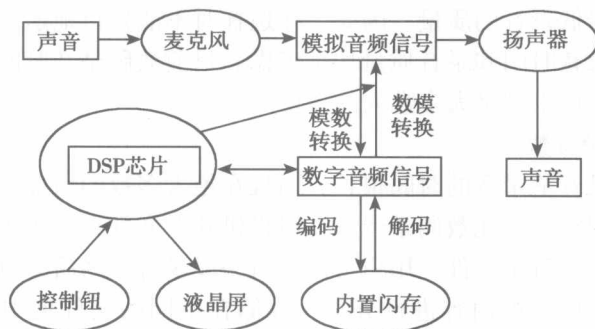


图 2.2 数码录音笔的工作原理图

理器。DSP 芯片的内部采用程序和数据分开的哈佛结构，具有专门的硬件乘法器，广泛采用流水线操作，提供特殊的 DSP 指令，可以用来快速地实现各种数字信号处理算法。根据数字信号处理的要求，DSP 芯片一般具有一些主要特点：在一个指令周期内可完成一次乘法和一次加法；程序和数据空间分开，可以同时访问指令和数据；片内具有快速 RAM，通常可通过独立的数据总线在两块中同时访问；具有低开销或无开销循环及跳转的硬件支持；快速的中断处理和硬件 I/O 支持；具有在单周期内操作的多个硬件地址产生器；可以并行执行多个操作；支持流水线操作，使取指、译码和执行等操作可以重叠执行；与通用微处理器相比，DSP 芯片的其他通用功能相对较弱些。

## 2. 技术指标

### (1) 标准录音时间

录音时间的长短是数码录音笔最直观的指标。而录音时间的长短与录音笔支持的声音文件存储规格有关，目前常见的有 LP（长时间录音）、SP（标准录音）、HQ（高质量录音）三种基本模式。除了这三种模式外，还有一种 SHQ（超高保真录音）模式，不过有这种模式的数码录音笔很少。而标准录音时间是指在 SP 模式下录音笔内存支持的最长录音时间。

以 1 小时录音为例，LP 格式的文件占内存 1.94MB，SP 格式的文件占内存 3.89MB，HQ 格式的文件占内存相对更大。例如一台 32MB 内存的录音笔，以 LP 格式录音长达 1 140 分钟，以 SP 格式录音只有 710 分钟，如果以 HQ 格式则降至 140 分钟了。

录音时间的长短是数码录音笔最重要的技术指标，它也是广大消费者购买时关注最多之处。目前市场上的数码录音笔品牌众多、产品型号也很多，因为这个指标和录音笔的闪存容量和压缩算法有关，所以其录音时间长短也有很大差异。有的产品录音时间很长是由于其使用了高压缩率来压缩录音数据，而这

种压缩有时会降低录音的质量。因此,在选择时不能盲目地追求较长的录音时间,而应该将录音时间和录音质量均衡考虑。目前数码录音笔的标准录音时间在 6~10 小时,可以满足大多数人的需要。

## (2) 最大录音数

由于数码录音笔录音的时间很长,而且在绝大多数的情况下,它的存储容量不可能一次用完,因此数码录音笔一般提供几个文件夹,每个文件夹中可以存储几十个甚至上百个文件。用户可以将每一段录音命名后,以文件的形式进行存储,并且可以根据内容进行分类,存储在不同的文件夹中,方便查找和管理。

最大录音数(条)是录音笔可以创建的最大的信息文件数目,最大录音条数越多,就能创建越多的文件。为了方便管理,一般的数码录音笔都支持多文件夹。如说明书上标注为 4 文件夹×200 文件这样的格式,表明此数码录音笔会自动分为 4 个文件夹,每个文件夹可以存放 200 个录音文件。目前市面上的录音笔大多数都支持几百条的录音数,这样的设计也是为了管理上的方便,把录制的音频文件单独存放在一个文件里面有利于后期对文件的处理。

## (3) 随机闪存

随机即内置内存,数码录音笔都是采用模拟录音,用内置的闪存来存储录音信息。闪存的特点是断电后,保存在上面的信息不会丢失,理论上可以经受上百万次的反复擦写,因此反复使用的成本基本为零。闪存可以说是数码录音笔中最贵的部件,当然容量越大,价格就越贵,但是录音时间也就越长。从现在的情况来看,内置的 16MB 闪存可以存储大约 180 分钟录音信息,内置的 32MB 闪存可以存储大约 710 分钟录音信息。

现在的产品除了内置内存外,有些高级数码录音笔提供外置存储卡,如 CF、SM 卡等,当一张卡的容量用完,这种存储卡就可以随时更换,类似于更换磁带,这样可以得到相当长的录音时间。同时也方便交换共享录音内容及资料传送,还可以利用读卡器将录音数据快速存入计算机。数码录音笔之所以能够做到又轻又小,也是因为它采用了闪存作为随机内存。在数码录音笔刚刚诞生的时候,闪存还属于比较希罕的东西,价格也比较贵。如今闪存已经被广泛、大量的应用,大家对它的熟悉程度已经大大提高了,价格也较之以往下降了很多。

## (4) 输出接口

USB 的全称是 Universal Serial Bus,USB 支持热插拔、即插即用的优点,所以 USB 接口已经成为 MP3 的最主要的接口方式。USB 有两个规范,即 USB1.1 和 USB2.0。



USB1.1 是目前较为普遍的 USB 规范, 其高速方式的传输速率为 12Mbps, 低速方式的传输速率为 1.5Mbps (b 是 bit 的简写),  $1\text{MB/s}$  (兆字节/秒) = 8Mbps (兆位/秒),  $12\text{Mbps} = 1.5\text{MB/s}$ 。

USB2.0 规范是由 USB1.1 规范演变而来的。它的传输速率达到了 480Mbps, 折算为 MB 为 60MB/s, 足以满足大多数外设的速率要求。USB2.0 中的“增强主机控制器接口”(EHCI)定义了一个与 USB1.1 相兼容的架构。它可以用 USB2.0 的驱动程序驱动 USB1.1 设备。也就是说, 所有支持 USB1.1 的设备都可以直接在 USB2.0 的接口上使用而不必担心兼容性问题, 而且 USB 线、插头等附件也都可以直接使用。

USB2.0 标准进一步将接口速度提高到 480Mbps, 更大幅度降低了 MP3 音乐文件的传输时间。

#### (5) 频率范围

频率响应是指将一个以恒电压输出的音频信号与系统相连接时, 音箱产生的声压随频率的变化而发生增大或衰减、相位随频率而发生变化的现象, 这种声压和相位与频率相关联的变化关系(变化量)称为频率响应, 频率响应范围是最低有效声音频率到最高有效声音频率之间的范围, 单位为赫兹 (Hz)。

从理论上讲, 20 ~ 20 000Hz 的频率响应足够了。低于 20Hz 的声音, 虽听不到但人的其他感觉器官却能觉察, 也就是能感觉到所谓的低音力度, 因此为了完美地播放各种乐器和语言信号, 放大器要实现高保真目标, 才能将音调的各次谐波均重放出来。所以应将放大器的频带扩展, 下限延伸到 20Hz 以下, 上限应提高到 20 000Hz 以上。这一范围正好是人耳所能听到的声音频率范围: 最低的频率是从 20Hz 起一直到最高频率 20kHz, 20Hz 以下、20kHz 以上人耳是听不到的。因此放大器要很好地完成音频信号的放大就必须有足够宽的工作频带。如: 300Hz ~ 3.5kHz。

#### (6) 输入设备

数码录音笔要完成录音, 输入设备是必不可少的。输入设备即数码录音笔接受外部信息(仅指声音)的设备。如内置麦克风、外接麦克风、与电话的连线等。

麦克风是一种不同寻常的音乐设备。本质上说, 它算不上一种“乐器”, 它只是一件简单的用来拾取和传送声音的装置, 但却是麦克风工作室至关重要的工具之一。

内置麦克风是指设置在数码设备的麦克风, 用作拍摄录音之用。作为视频和音频的记录装置, 数码设备的麦克风当然不能马虎。对于消费级的数码设备来说, 很多麦克风都安装在机体里面, 这样的好处是能节省空间, 真正实现消

费数码设备方便的理念,但是这样一来,内置麦克风可能会在录音的同时录下机器的转动声音,这些噪声在后期制作中很容易分辨,却很难去掉,要求较高的用户一般可采用外接麦克风的方法来解决。

外置麦克风有多种类型,有可以直接安装在数码设备上热靴插座上的小型麦克风,可以别在衣领的微型麦克风、手握式麦克风、支架式麦克风和更为先进一些的无线麦克风,种类繁多,价格也是从几百元到上万元不等,普通家用型外接麦克风的效果虽然不能与专业型的麦克风相比,但是对声音效果也能够起到很大的改善作用。

#### (7) 输出设备

数码录音笔通过对模拟信号的采样、编码将模拟信号转换为数字信号,并进行一定的压缩后进行存储输出所需的设备即输出设备。如内置喇叭、耳机、外接有源音箱等。

#### (8) 显示屏类型

显示屏即数码录音笔显示信息的“设备”,通过它可以了解到当前数码录音笔的工作状态等。目前大部分的数码录音笔均带有一个液晶显示屏,一般液晶显示屏尺寸根据数码录音笔的大小而有所不同。液晶显示屏越大,可以显示的信息也就越多,但其价格也越贵。当然一些液晶显示屏较大的数码录音笔在产品的外观上则更加像传统的录音机。好的显示屏显示的字体也比较精致好看,一些显示屏还带有背光,显得比较时尚。

#### (9) 电池使用时间

电池使用时间指的是数码录音笔使用原装电池能录音的最长时间。用电池作为电源,不仅更换简单,而且携带方便、操作灵活,电池选择的范围比较大。

### 3. 常用功能

声控设计自动录音:这一功能能够使数码录音笔自动的感应声音,无声音时它处于待机的状态,有声音时才启动录音,最大限度的避免存储空间和电能的浪费。

MP3 播放:只要将 MP3 文件存储到录音笔的内存中,再结合耳线或是机体内置的音源,用户就可以像 MP3 那样听到自己喜欢的音乐。

FM 调频:数码录音笔本身支持 FM 收音机功能。

数码相机功能:即数码录音笔除了录音之外还可以拍摄静态、动态的图片,作为录音笔的一项新式的附加功能,也是录音笔的发展方向。

TTS 文字转语音:用户只要将 TXT 格式的文件存入录音笔中,再透过 TTS 软件的转换,即将文字档案改变成语音档案。

电话录音：这是指数码录音笔可以通过专用的电话适配器，将数码录音笔与电话连接起来，可以十分方便地记录通话内容，并且录音效果良好，声音纯净，噪声很少。

定时录音：根据实际需要，预先设定好开始录音的时间，一旦满足条件，录音笔自动开启录音功能。适合在一些特殊的场合、条件下使用。比如定时录制电台的广播节目。

外部转录：数码录音笔虽说功能强大，但是它不应该成为孤立的设备，只有加强交流，才能使数码录音笔的功能更加的完善。通过音频线，我们可以将数码录音笔与传统的录音机连接，将原先在磁带上的模拟信息转换成数字信息，也可以通过 USB 接口和计算机交换信息。

复读功能：由于是数字的录制方式，因此数码录音笔的播放、定位、查找都非常方便。可以实现循环播放、任意两点之间重复播放、自动搜索、定时放音等功能。通过这些功能，我们完全可以将数码录音笔作为一个复读机使用。

编辑功能：由于是用文件的形式存储于数码录音笔中，因此文件编辑功能很实用。除了移动、复制、删除等常规功能之外，还可以实现文件的拆分和合并，为文件的管理提供了方便。

#### 4. 数码录音笔的特点

重量轻、体积小——数码录音笔的主体是存储器，它使用闪存作存储介质，再加上超大规模的集成电路的内核系统，因此整个产品的重量轻、体积小。

连续录音时间长——传统录音机使用的磁带每一盒的录音时间的长度一般是 40 ~ 60 分钟，最长的也不过 90 分钟。而目前即使存储容量最小的数码录音笔连续录音时间的长度都在 5 ~ 8 小时，高端的产品几十个小时的连续录音能力也是很常见的。

与计算机连接方便，即插即用——除了有标准的音频接口之外，数码录音笔基本上都提供了 USB 的接口，从而使其能够非常方便的与计算机连接，并且即插即用，非常方便。

非机械结构，使用寿命长——传统的录音设备是采用的机械结构，久而久之会发生磨损的情况，因此寿命有限。以磁带为例，一盒磁带，反复地擦、录几十次也基本上报废了；磁头和传动装置时间长了也会发生磨损。而数码录音笔采用的是电子结构，因此可以做到无磨损，使用寿命也较长。

安全可靠，可进行保密设计——有些用户使用录音可能有保密的要求，但是如果使用传统的录音机和磁带的话，要实现加密是比较困难的。而数码录音笔由于采用的是数字技术，因此可以容易的使用数字加密的各种算法对其进行

加密,以达到保密的要求。

### 5. 数码录音笔未来发展方向

几年前,数码录音笔出现了,当时数码产品还没有目前这么普及,所以相对价位比较高,而现在数字产品充斥着我们的生活,在数字大爆炸的时代,它的价格也越来越低。

最初对于数码录音笔的了解是在一些采访现场,在电视镜头里,记者们并没有高举着我们熟悉的体积庞大的老式采访机,取而代之的是一个近似于笔的东西——数码录音笔,因为其小巧时尚的外型、简单方便的操作、强大和实用的功能,它赢得了对录音质量和便捷等要求都很高的记者们的青睐。

除了录音,数码录音笔还能丰富人们的业余生活,目前大多数录音笔都具有格式转换功能,即随机附带了 PowerVoice 软件,除了可以做一般的录音工作以外,它还可以把里面的音频文件转换成为 WAV 软件,这样就可以把录制的语音转换成为一个 CD 的格式,通过刻录机来实现录制成 CD,永久地保存下来。电脑里自带的录音程序,可录的时间太短了,数码录音笔解决了这一问题,而且格式多样,目前常见的有 LP、SP、HQ 格式。文件占用内存越大音质就越好,应用哪种文件格式录音通常取决于你的实际需要。目前很多数码录音笔都兼容 SP 和 LP 两种格式。

随着科技的进步,越来越多的录音笔显得越来越丰富,有的里面还有 MP3 功能,现在录音笔除了本身的录音功能之外,还涵盖了闹钟、移动硬盘功能、声控功能、万年历功能、FM 调频收音功能、计算机编辑、用作移动存储、电话录音等功能。而有些专业级数码录音笔提供外置存储卡,这种存储卡可以循环使用、随时更换,而且体积轻巧,方便交换共享录音内容及资料传送。

可以这样说,录音笔的功能越发完善,其发展几乎已经达到了一个顶峰,目前的主要用户为记者、律师、学生以及一些企业的会议记录员等,未来的路,是继续拓宽自己的性能,还是被其他发展中的产品吞并掉,如何拓展新的客源是数码录音笔面临的问题。

外观的不断改进、创新当然是必备手段,数码产品美丽的外形是人们执著追求的热点,确实,小巧、前卫以及推出个性的外形都是吸引消费者的重要因素。目前市面上的录音笔的款式相对比较单一,几乎都是长方形的,这已经满足不了现代人的要求,一款成功的产品不仅在于它的功能,其外观的独到设计同样不容忽视。一款轻巧、时尚的数码录音笔也使得人们在使用时更加有成就感。

数码技术产品最后的结果一般有两条路,一是道路越走越宽,加入很多种



附加功能,但是一般情况下,功能越多,体重也会响应增加,价格也会相应提高,这个问题必须要面对;另一条路就是越走越专业,致力研究,使产品的性能、技术、用途得到更广泛的提高。不论怎样,数码录音笔的一些功能是其他带有录音功能的数码产品所无法取代的,录音笔今后走的将是长距离、大范围的定向、高精度采样之路。

## (二) 其他数码录音设备

市场上数码录音设备种类繁多,比如:数码录音笔、数码录音棒、数码录音机、数码录音电话等,它们的外形可能不同,但基本原理大致相同,功能类似。

数码录音电话就是数码录音机与电话的结合,它一般具有以下类似功能:

- 兼容 Win98, Win2000, WinXP。
- 10 小时超长数码录音, FLASH 语音数据保存, 掉电不丢失; 声音录满后, 可删除再录。
- 播放语音过程中, 可随时调整音量大小。
- 具有本地留言、来电留言、通话过程录音多途径录音方式, 来电留言前的振铃次数可任意调整, 提示语音可自行更改, 来电应答功能可根据需要关闭。
- 按序号、按日期查询语音, 方便快捷; 存储容量显示, 液晶上显示已录空间和剩余空间容量, 用户可充分掌握录音时限。
- 为了适合不同场合需求, 具有两种录音模式: 应答录音和强制录音。应答录音模式下, 通话过程中按“录音”键录制语音; 强制录音模式下, 用户一开机, 就会自动进行录音。
- 与 PC 机通过 USB 接口连接, 10 小时语音数据导录到 PC 机, 时间不超过 120 秒; 在 PC 机上语音文件可以播放、发送 E-mail; 保存 1 000 条记录。
- 电话功能齐备, 具有来电显示、未接、已接、已拨 120 号码存储、查询、删除功能, 时间、日期可来电自动校准, 并有新语音和新来电提示。
- 备有充电电路, 可外接四节充电电池, 外电断电时, 充电电路保证设备运行正常。
- 没有任何供电情况下, 手柄依然可以拨打/接听电话。

## (三) 数码录音软件

一般的数码录音设备都自带软件, 可以打开各种音频文件, 包括 WAV、OGG、VOC、IFF、AIF、AFC、AU、SND、MP3、MAT、DWD、SMP、VOX、



SDS、AVI、MOV 等音频文件格式, 也有许多专业声音处理工具, 如 adobe audition、goldwave 等, 这些工具在第五章的声音处理工具一节中有详细介绍。

## 扫描仪

### (一) 扫描仪的概念

扫描仪 (Scanner) 是一种高精度的光电一体化的高科技产品, 它是将各种形式的图像信息输入计算机的重要工具, 是继键盘和鼠标之后的第三代计算机输入设备。它是功能很强的一种输入设备。人们通常将扫描仪用于计算机图像的输入, 而图像这种信息形式是一种信息量最大的形式。从最直接的图片、照片、胶片到各类图纸图形以及各类文稿资料都可以用扫描仪输入到计算机中进而实现对这些图像形式的信息的处理、管理、使用、存贮、输出等。

### (二) 扫描仪的分类

扫描仪的种类繁多, 根据扫描仪扫描介质和用途的不同, 目前市面上的扫描仪大体上分为: 平板式扫描仪、名片扫描仪、底片扫描仪、馈纸式扫描仪、文件扫描仪。除此之外还有手持式扫描仪、鼓式扫描仪、笔式扫描仪、实物扫描仪和 3D 扫描仪。

#### 1. 平板式扫描仪

平板式扫描仪 (图 2.3) 又称为平台式扫描仪、台式扫描仪, 这种扫描仪诞生于 1984 年, 是目前办公用扫描仪的主流产品。



图 2.3 平板式扫描仪

从指标上看, 这类扫描仪光学分辨率在 300 ~ 8 000dpi, 色彩位数从 24 位到 48 位, 部分产品可安装透明胶片扫描适配器, 用于扫描透明胶片, 少数产品可安装自动进纸实现高速扫描。扫描幅面一般为 A4 或是 A3。

从原理上看, 这类扫描仪分为 CCD 技术和 CIS 技术两种, 从性能上讲 CCD 技术是优于 CIS 技术的, 但由于 CIS 技术具有价格低廉、体积小等优点, 因此也在一定程度上获得了广泛的应用。

#### 2. 名片扫描仪

名片扫描仪 (图 2.4) 顾名思义能够扫描名片的扫描仪, 以其小巧的体积和强大的识别管理功能, 成为许多办公人士的商务小助手。名片扫描仪是由一



台高速扫描仪加上一个质量稍高一点的 OCR（光学字符识别系统），再配上一个名片管理软件组成。

目前市场上主流的名片扫描仪的主要功能大致以高速输入、准确的识别率、快速查找、数据共享、原版再现、在线发送、能够导入 PDA 等为基本标准。尤其是通过计算机可以与掌上电脑或手机连接使用这一功能越来越为使用者所看重。此外名片扫描仪的操作简便性和携带便携性也是人们选择它的原因。

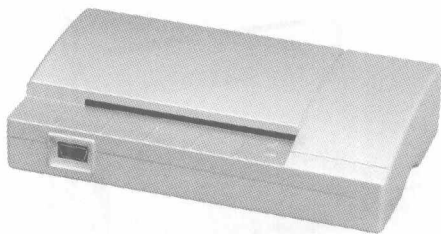


图 2.4 名片扫描仪

### 3. 底片扫描仪

底片扫描仪（图 2.5）又称胶片扫描仪或接触式扫描仪，其扫描效果是平板扫描仪的透扫功能所不能比拟的，主要任务就是扫描各种透明胶片，扫描幅度从 135 底片到 4×6 英寸甚至更大，光学分辨率最低也在 1 000dpi 以上，一般可以达到 2 700dpi 水平，更高精度的产品则属于专业级产品。

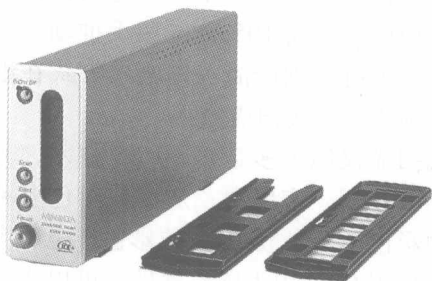


图 2.5 底片扫描仪

### 4. 馈纸式扫描仪

馈纸式扫描仪（图 2.6）又称为滚筒式扫描仪或是小滚筒式扫描仪。馈纸式扫描仪诞生于 20 世纪 90 年代初，由于平板式扫描仪价格昂贵，手持式扫描仪扫描宽度小，为满足 A4 幅面文件扫描的需要，推出了这种产品。这种产品绝大多数采用 CIS 技术，光学分辨率为 300dpi，有彩色和灰度两种，彩色型号一般为 24 位彩色。

也有极少数馈纸式扫描仪采用 CCD 技术，扫描效果明显优于 CIS 技术的产品，但由于结构限制，体积一般明显大于 CIS 技术的产品。

随着平板扫描仪价格的下降，这类产品也于 1996 ~ 1997 年前后退出了历史的舞台。不过 2001 年左右又出现了一种新型产品，这类产品与老产品的最大区别是体积很小，并采用内置电池供电，甚至有的不需要外接电源，直接依靠计算机内部电源供电，主要目的是与笔记本电脑配套，又称为笔记本式扫描仪。

### 5. 文件扫描仪

文件扫描仪（图 2.7）具有高速度、高质量、多功能等优点，可广泛用于



图 2.6 馈纸式扫描仪



图 2.7 文件扫描仪

各类型工作站及计算机平台，并能与二百多种图像处理软件兼容。对于文件扫描仪来说一般会配有自动进纸器（ADF），可以处理多页文件扫描。由于自动进纸器价格昂贵，所以文件扫描仪目前只被许多专业用户所使用。

## 6. 手持式扫描仪

手持式扫描仪（图 2.8）诞生于 1987 年，是当年使用比较广泛的扫描仪品种，最大扫描宽度为 105mm，用手推动，完成扫描工作，也有个别产品采用电动方式在纸面上移动，称为自动式扫描仪。



图 2.8 手持式扫描仪

手持式扫描仪绝大多数采用 CIS 技术，光学分辨率为 200dpi，有黑白、灰度、彩色多种类型，其中彩色类的一般为 18 位彩色，也有个别高档产品采用 CCD 用为感光器件，可以实现 24 位真彩色，扫描效果较好。

这类扫描仪广泛使用的时候，平板式扫描仪价格还非常昂贵，而手持式扫描仪由于价格低廉，获得了广泛的应用。后来，随着扫描仪价格的整体下降，手持式扫描仪扫描幅面而太窄，扫描效果差的缺点越来越多地暴露出来。1995 ~ 1996 年，各扫描仪厂家相继停产了这一产品，从而使手持式扫描仪退出了历史的舞台。

## 7. 鼓式扫描仪

鼓式扫描仪又称为滚筒式扫描仪，鼓式扫描仪是专业印刷排版领域应用最为广泛的产品，使用的感光器件是光电倍增管，这种扫描仪一般光学分辨率在

1 000 ~ 8 000dpi, 色彩位数 24 ~ 48 位, 尽管指标与平板式扫描仪相近, 但实际上效果大不相同, 当然价格也很高, 低档的也在 10 万元以上, 高档的可达数百万元。

由于该类扫描仪一次只能扫描一个点, 所以扫描仪速度较慢, 扫描一幅图花费几十分钟甚至几个小时是很正常的事情。

### 8. 笔式扫描仪

笔式扫描仪(图 2.9)又称为扫描笔, 是 2000 年左右出现的产品, 市场上很少见到。

该扫描仪外型与一支笔相似, 扫描宽度大约与四号汉字相同, 使用时, 贴在纸上一行一行的扫描, 主要用于文字识别。



图 2.9 笔式扫描仪

### 9. 实物扫描仪

真正的实物扫描仪并不是市场上见到的有实物扫描能力的平板扫描仪, 其结构原理类似于数码相机, 不过是固定式结构, 拥有支架和扫描平台, 分辨率远远高于市场上常见的数码相机, 但一般只能拍摄静态物体, 扫描一幅图像所花费的时间与平板扫描仪相当。

### 10. 3D 扫描仪

真正的 3D 扫描仪(图 2.10)也不是市场上见到的有实物扫描能力的平板扫描仪, 其结构原理也与传统的扫描仪完全不同, 其生成的文件并不是常见的图像文件, 而是能够精确描述物体三维结构的一系列坐标数据, 输入 3DMAX 中即可完整地还原出物体的 3D 模型。由于只记录物体的外型, 因此无彩色和黑白之分。

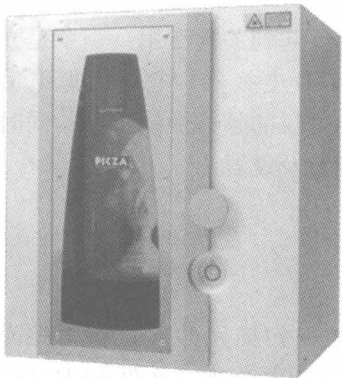


图 2.10 3D 扫描仪

从结构来讲, 这类扫描仪分为机械和激光两种, 机械式是依靠一个机械臂触摸物体的表面, 以获得物体的三维数据, 而激光式代替机械臂完成这一工作。

三维数据比常见图像的二维数据庞大得多, 因此扫描速度较慢, 视物体大小和精度高低, 扫描时间从几十分钟到几十个小时不等。

## (三) 扫描仪的工作原理

扫描仪主要由光学部分、机械传动部分和转换电路三部分组成。扫描仪的

核心部分是完成光电转换的光电转换部件。目前大多数扫描仪采用的光电转换部分是感光器件（包括 CCD、CIS 和 CMOS）。

扫描仪工作时（图 2.11），首先由光源将光线照在欲输入的图稿上，产生表示图像特征的反射光（反射稿）或透射光（透射稿）。光学系统采集这些光线，将其聚焦在感光器件上，由感光器件将光信号转换为电信号，然后由电路部分对这些信号进行 A/D（Analog/Digital）转换及处理，产生对应的数字信号输送给计算机。当机械传动机构在控制电路的控制下带动装有光学系统和 CCD 的扫描头与图稿进行相对运动，将图稿全部扫描一遍，一幅完整的图像就输入到计算机中去了。

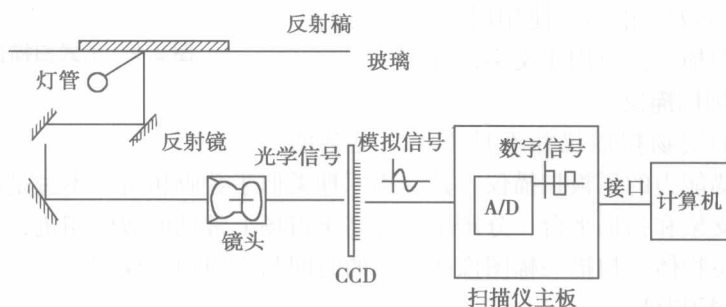


图 2.11 扫描仪工作原理图

在整个扫描仪获取图像的过程中，有两个元件起到关键作用：一个是光电器件，它将光信号转换成为电信号；另一个是 A/D 变换器，它将模拟电信号变为数字电信号。这两个元件的性能直接影响扫描仪的整体性能指标，同时也关系到使用扫描仪时如何正确理解和处理某些参数及设置。

#### （四）扫描仪技术指标

##### 1. 扫描元件

扫描仪的核心部分是完成光电转换的部件——扫描元件（也称为感光器件）。目前市场上扫描仪所使用的感光器件有四种：电荷耦合元件 CCD（硅氧化物隔离 CCD 和半导体隔离 CCD）、接触式感光器件 CIS、光电倍增管 PMT 和互补金属氧化物导体 CMOS。

（1）电荷耦合元件 CCD，英文全称为 Charge Coupled Device。这种感光器件与我们日常使用的半导体集成电路相似，在一片硅晶片中集成了几千到几万个光电三极管，这些光电三极管分为三列，分别用红绿蓝色的滤色镜罩住，从而实现彩色扫描。光电三极管在受到光线照射时可以产生电流，经放大后

输出。

该类感光器件近年性能提高很大,其高端产品的性能已经接近低档的光电倍增管,但由于数千个光电三极管的距离很近(微米级),并且各三极管之间的绝缘是依靠半导体PN结来的绝缘,隔离电阻较小。因此,在各光电三极管之间存在着明显的漏电现象,使各感光单元的信号产生相互干扰,降低了扫描仪的实际清晰度。

为了改善这一情况,现在可以采用硅氧化物隔离技术,也就是说,在器件加工过程中,将各个光电三极管之间的半导体单晶硅用 $\text{SiO}_2$ (二氧化硅)替代。由于 $\text{SiO}_2$ 是非常好的绝缘材料,杜绝了光电三极管之间的漏电现象,因而在两台扫描仪性能指标相同的情况下,使用硅氧化物隔离CCD的扫描仪的实际清晰度将有一个质的飞跃。不过,这种技术产品的生产成本要比半导体隔离技术产品的生产成本高出几倍,因此,目前只能用在5000元以上的专业级扫描仪之中。而目前市场上的几乎所有家用和办公用扫描仪,都是采用半导体隔离的CCD。

(2) 接触式感光器件CIS(Contact Image Sensor)与CCD技术几乎是同时出现的,它使用的感光材料一般是我们用来制造光敏电阻的硫化镉,它很容易制成一条长的阵列,而且生产成本只有半导体隔离CCD的1/3,当时主要是用在低档黑白手持式扫描仪和传真机上。由于尺寸太大,无法使用镜头成像,只能依靠贴近目标来识别目标,因此,光学分辨率最高只能达到200dpi。至1994年前后,随着扫描仪彩色化、高精度化,接触式感光器件本身噪声大、动态范围小、精度低的缺陷暴露无疑,所以从扫描仪市场上销声匿迹了。在其后的几年中,我们只能在传真机上看到它的身影。

出现转机是在1998年,当时国际扫描仪市场的竞争非常激烈,各大厂家都使出了降价的手段,造成了扫描仪生产厂商的行业性亏损。一些厂家开始重新搬出接触式感光器件,经过改进,使其分辨率达到了600dpi,然后冠以CIS技术名称,以新技术的面目推向市场,取得了相当的成功。不过就性能而言,接触式感光器件存在着严重的先天不足。首先由于不能使用镜头,只能贴近稿件扫描,其实清晰度达不到高标准指标;其次,硫化镉光敏电阻本身漏电很大,各感光单元之间干扰严重,进一步降低了清晰度;最后,由于无法实现同时制造三条平行的感光单元同时实现三色扫描,接触式感光器件不能使用常用的冷阴极灯管,而不得不使用发光二极管(LED)阵列作为光源,这种光源无论在光色还是在光线的均匀度上都是比较差的。而且由于LED阵列是由数百个发光二极管组成,一旦有一个损坏就意味着整个阵列的报废,这种产品的寿命比较短。而且感光器件的温度系数很大,周围环境温度的变化对扫描仪的扫

描结果产生很大影响,因此,若想获得一个稳定的扫描结果,应该在一个温度恒定的房间内工作。

(3) 光电倍增管 (PhotoMultiplier Tube, 简称 PMT), 是灵敏度很高, 响应速度很快的光探测器。这种扫描器件实际上是一种电子管, 感光的材料主要是金属铯的氧化物, 其中掺杂了其他一些活性金属 (例如镧系金属) 的氧化物进行改进, 以提高灵敏度和修正光谱曲线。用这材料制成的光电阴极射线管, 在光线的照射下能够发射电子, 我们可以称之为光电子, 它经栅极加速器放大后去冲击阳极, 最终形成了电流。

在各种感光器件中, 光电倍增管是性能最好的一种, 无论在灵敏度、噪声系数还是动态范围上都遥遥领先于其他的感光器件, 更难能可贵的是它的输出信号在相当大范围内保持着高度的线性输出, 使输出信号不做任何修正就可以直接获得很准确的色彩还原。

(4) 互补性氧化金属半导体 CMOS (Complementary Metal - Oxide Semiconductor) 和 CCD 一样同为在扫描仪中可记录光线变化的半导体。目前 CMOS 感光器件主要应用于少数名片扫描仪和文件扫描仪。CMOS 的制造技术和一般计算机芯片没什么差别, 主要是利用硅和锗这两种元素做成的半导体, 使其在 CMOS 上共存着带 N (带正电) 和 P (带负电) 级的半导体, 这两个互补效应所产生的电流即可被处理芯片记录和解读成影像。然而, CMOS 的缺点就是太容易出现杂点, 这主要是因为早期的设计使 CMOS 在处理快速变化的影像时, 由于电流变化过于频繁而产生过热的现象。

以上四种扫描元件中, 光电倍增管的生产成本最高, 少则几十万元, 而且扫描速度很慢, 一张图往往需要几十分钟的时间, 所以, 光电倍增管只用在最专业的鼓式扫描仪上。而 CCD 和 CIS 的生产成本相对较低, 扫描速度相对较快, 扫描效果能满足大部分工作的需要, 因此, CCD 或 CIS 的扫描仪已成为许多家用、办公和 SOHO 一族的选择。作为生产成本最低的 CMOS 器件, 由于其扫描成像质量的限制, 容易出现杂点, 一般只使用在名片扫描仪上。

## 2. 最大幅面

最大幅面指的是扫描仪最大的扫描尺寸范围, 这个范围取决于扫描仪的内部机构设计和扫描仪的外部物理尺寸。以平台式扫描仪为例 (扫描幅面与扫描仪的外形尺寸相差不大), A4 幅面是最常见的一种, 扫描原稿的原始输入尺寸最大可以是 A4 (21cm × 29.7cm) 大小。当然, 在扫描范围文本框 (直接输入尺寸数字或用鼠标调整) 中可以自行设定扫描区域的大小。

扫描图像的输出尺寸大小一般通过扫描缩放倍率来控制。部分扫描应用软件有输出尺寸的设置, 可以得到更为精确的尺寸。采用 50% 的缩放倍率, 扫



描输出的图像尺寸会缩小一半,图像分辨率会增加一倍(单位面积中的有效像素点增加一倍)。

采用200%的缩放倍率,输出图像的尺寸会放大一倍,图像分辨率下降,图像变得粗糙。扫描仪的放大倍率设得过高,有些扫描仪会自动启用插值处理,当然产生的负面影响是使图像的存档文件会成倍加大。在底片扫描时经常采用较大的放大倍率,用以满足客户的放大需求。该类扫描必须设置很高的扫描分辨率,才能保证放大图像的单位面积的图像信息量。

### 3. 光学分辨率

在了解光学分辨率之前应首先明确扫描仪的分辨率分为光学分辨率和最大分辨率,由于最大分辨率相当于插值分辨率,并不代表扫描仪的真实分辨率,所以我们在选购扫描仪时应以光学分辨率为准。

光学分辨率是指扫描仪的物理器件所具有的真实分辨率。而且,扫描仪的光学分辨率是用两个数字相乘,如 $600 \times 1\,200$ 线,其中前一个数字代表扫描仪的横向分辨率,例如一个具有5 000个感光单元的CCD器件,用于A4幅面扫描仪,由于A4幅面的纸张宽度是8.3英寸,所以,该扫描仪的光学分辨率就是 $5\,000/8.3 = 600\text{dpi}$ ,换句话说,该扫描仪的光学分辨率是600dpi。后面一个数字则代表扫描仪的纵向分辨率或是机械分辨率,是扫描仪所用步进电机的分辨率,扫描仪的步进电机的精度与扫描仪的横向分辨率相同,但由于各种机械因素的影响,扫描仪的实际精度(步进电机的精度)将远远达不到横向分辨率的水平。一般来说,扫描仪的纵向分辨率是横向分辨率的两倍,有时甚至是四倍,如 $600 \times 1\,200\text{dpi}$ 。但有一点要注意:有的厂家为了显示自己的扫描仪精度高,将 $600 \times 1\,200\text{dpi}$ 写成 $1\,200 \times 600\text{dpi}$ ,因此在判断扫描仪光学分辨率时,应以最小的一个数字为准。

### 4. 最大分辨率

最大分辨率又称插值分辨率或软件分辨率,是通过数学算法增大图像分辨率的方法,但我们在实际购买中要以光学分辨率为准,在光学分辨率相同的条件下,最大分辨率只能作为参考。目前最大分辨率的算法大致分为三种:

补点法:就是说如果两个像素之间需要加一个点,就用第一个像素的数据作为这个点的值,这个算法的优点是运算量小,速度快,但效果差,容易造成“马赛克”现象。

平均值法:就是说如果两个像素之间需要加一个点,就用这两个点的平均值作为这个点的值,这种算法的效果比补点法要好得多。

二次乘方法:这种算法是各种算法中效果最好的算法,也是运算最复杂的算法。为了得到两个像素之间新增的点的数值,需要取该像素前后左右各两个





点的数值,模拟出这四个点数据变化的规律的曲线,从而获得这个点的数值。

目前限于技术水平和扫描速度限制,多数扫描仪在横向插值时采用平均算法,纵向插值时采用补点法,只有少数扫描仪在横向和纵向都采用平均值法。与之相比,图像处理软件普遍采用二次乘方作为插值算法,因此生成的图像效果明显好于扫描仪自身插值的效果。无论从效果角度还是速度角度讲,扫描时,都不应使用超过扫描仪光学分辨率的精度进行扫描,如确实需要提高扫描精度,可以使用软件进行放大,以获得更好的图像效果。

### 5. 色彩深度

色彩深度又称色彩位数,是指扫描仪对图像进行采样的数据位数,也就是扫描仪所能辨析的色彩范围。目前有 18 位、24 位、30 位、36 位、42 位和 48 位等多种。应该说,色彩位数越高,扫描仪越具有提高扫描效果还原度的潜力。但是否色彩位数越高,扫描效果越好呢?不是这样的。

首先要考虑色彩位数的来源,扫描仪的色彩位数和色彩还原效果取决于感光器件的质量、数模转换器的位数、色彩校正技术的优劣、扫描仪的色彩输出位数等方面。

(1) 感光器件的质量好坏是决定扫描仪扫描质量的最关键因素,其主要指标包括灵敏度、噪声系数、动态范围、光谱感应曲线等参数,这些参数的综合结果决定了 CCD 的质量。高质量的 CCD 要求灵敏度高,噪声系数小,动态范围大,光谱感应曲线平滑,而且与可见光谱相吻合。要实现这些要求难度非常大,甚至不得不采取超低温冷却等方式才能够满足要求。如果 CCD 的质量不能满足高色彩位数的要求,那么在随后的阶段中无论采用何种技术方法,也不可能获得高色彩位数应具备的效果。

(2) 数模转换器的位数。如果 CCD 的质量能够满足一定色彩位数的要求,为了获得相应的输出效果,就要求有相应位数的数模转换实现数据采样,才能获得满意的效果。如果 CCD 可以实现 36 位精度,却使用了三个 8 位的数模转换器,结果输出出来就只剩下 24 位的数据精度了,这对于 CCD 是一种浪费。而如果使用三个 16 位的数模转换器,是实现了 48 位的数据输出,但效果与 36 位比较并无改善,对数模转换器就是一种浪费了。

(3) 色彩校正技术的优劣。扫描仪为保证良好的色彩输出,都要采用不同的色彩校正技术。色彩校正技术的好坏,直接影响扫描的色彩还原程度,当色彩校正技术水平一定时,上一级的图像数据质量将成为图像输出效果的决定因素。

(4) 扫描仪的色彩输出位数。经过上面几步图像的处理,特别是色彩校正技术的处理,图像将按每色 8 位,也就是 24 位彩色进行输出,这时的图像



已经可以满足我们的需求了。如果你对输出结果不满意,可以选择更高位数的色彩输出。如果认为使用更高位数的色彩输出会使图像效果更好那就错了。因为如果扫描仪是在使用色彩校正之后再输出高位数图像,实际相当于将 24 位图像用软件转换为更高位数,对输出效果没有什么影响。如果扫描仪在高位数输出时不再使用色彩校正,这时的输出数据才是更有意义的,虽然你可能感觉到图像质量可能不如 24 位时的扫描效果,但这时图像的数据是最原始真实的数据,从而在使用手工调整色彩时获得更大的余地,而且不必像调整 24 位图像时那样担心图像的调整会造成图像细节的损失。

## 6. 扫描速度

扫描速度是扫描仪的一个重要指标,一般所谓的扫描速度是指扫描仪从预览开始到图像扫描完成后,光头移动的时间。但这段时间并不足以准确地衡量扫描的速度,有的时候,把扫描图像送到 Word 文档中所花费的时间,往往比单纯的扫描过程还要长。而作业任务从打开扫描仪完成预热,到把从原稿放置在扫描平台上开始,到最终完成图像处理的整个过程都计算在内,更全面地体现了扫描仪的速度性能。

扫描速度可分为预扫速度和扫描速度。对于这两个速度,应该倾向于注重预扫速度而不是实际的扫描速度。这是因为,扫描仪受接口(目前绝大多数扫描仪为 USB 接口)带宽的影响,通常速度差别并不是很大。而扫描仪在开始扫描稿件时必须通过预扫的步骤确定稿件在扫描平台上的位置,因此预扫速度反而是很影响实际扫描效率的。

(1) 扫描速度的表示方式一般有两种:一种用扫描标准 A4 幅面所用的时间来表示,另一种使用扫描仪完成一行扫描的时间来表示。

(2) 扫描的过程一般首先是当透镜把光线投射在 CCD 元件上后,CCD 就输出模拟信号,然后经过 A/D 转换形成 RGB 三路独立的数字信号,并把这三种信号转换成 Twain 接口标准。要注意的是,最后转换时需要一个很长计算过程,该过程是制约扫描速度的瓶颈,对该步骤采取不同的处理方法会产生不同的扫描速度。

(3) 制约扫描速度的因素与系统配置、扫描分辨率设置、扫描尺寸、放大倍率等有密切关系。一般情况下,扫描黑白、灰度图像,扫描速度为 2 ~ 100ms/线;扫描彩色图像,扫描速度为 5 ~ 200ms/线。一般情况下,人们总是希望扫描仪速度快,但是扫描仪的工作方式是通过扫描仪的光源,利用一种色彩分离方法和 CCD(电荷耦合器件)或 PMT(光电倍增管)来采集被扫描对象的光信息,并将该光信息传输到一个计算机图像文件中去的。扫描仪速度快当然好,但不能影响图像质量。所以,不是扫描仪的扫描速度越快越好。扫描



速度非常快的扫描仪,在扫描过程中,可能会丢失一些图像信息。有些扫描仪在低分辨率时扫描速度快,但在高分辨率时扫描速度不一定快。因此必须在保证质量的前提下,提高扫描仪的速度。

### 7. 预扫时间

预扫时间其实就是扫描仪对所有的扫描面积进行一次快速扫描所需的时间。扫描仪从打开到进行正式扫描,有一段光源预热时间,如果是进行长时间连续扫描作业,这段预热时间可以接受或者忽略不记。但是如果并不是连续作业,那么在每次扫描之前都要进行光源预热,不仅浪费了大量时间,而且也会减少扫描仪的使用寿命。

### 8. 接口

接口指扫描仪与电脑的连接方式。接口技术是扫描仪除成像技术之外最重要的技术之一,直接关系到扫描仪作为输入设备的工作效率。

目前扫描仪的常见接口包括并口(EPP)、SCSI、IEEE1394和USB接口,家用扫描仪以USB接口居多。

(1) EPP(Enhanced Parallel Port,增强型并行接口)是一种增强了的双向并行传输接口。优点是不需在PC机中用其他的卡,无限制连接数目(只要有足够的端口),设备的安装及使用容易,最高传输速度为1.5Mbps。缺点是速度比SCSI慢。此接口因安装和使用简单方便而在中低端对性能要求不高的场合取代SCSI接口。

(2) SCSI(Small Computer System Interface,小型计算机标准接口)接口是一种曾备受推崇的接口,此接口的优点在于不会占用较大的系统资源,最大的连接设备数为8个,最大的传输速度是160MB/s,速度较快。但这种接口均需配置SCSI卡,可能会碰到诸如地址、中断设置等问题,安装较复杂,而且这类扫描仪的价格也往往更高。

(3) IEEE1394接口(Firewire接口)是苹果公司开发的串行标准,中文译名为火线接口(firewire)。同USB一样,IEEE1394也支持外设热插拔,可为外设提供电源,省去了外设自带的电源,能连接多个不同设备,支持同步数据传输。

IEEE1394分为两种传输方式:Backplane模式和Cable模式。Backplane模式最小的速率也比USB1.1最高速率高,分别为12.5Mbps、25Mbps、50Mbps,可以在多数的高带宽应用。Cable模式是速度非常快的模式,分为100Mbps、200Mbps和400Mbps几种,在200Mbps下可以传输不经压缩的高质量数据电影。

作为高性能的快速通讯接口,它成为了专业扫描仪厂商的选择。不过,对IEEE1394规范,苹果公司采用收费授权的方式,也就是使用IEEE1394规范的



产品都必须向其支付一笔使用费。IEEE1394 接口虽然是具有里程碑意义的变革,但是目前由于其较昂贵的价格还很难在家庭用户中普及。所以,采用 IEEE1394 接口的扫描仪的价格比使用 USB 接口扫描仪高许多。

(4) USB 的全称是 Universal Serial Bus (通用串行总线接口),最多可连接 127 台外设,由于 USB 支持热插拔、即插即用的优点,所以 USB 接口已经成为扫描仪的标准接口。USB 有两个规范,即 USB1.1 和 USB2.0。

USB1.1,其高速方式的传输速率为 12Mbps,低速方式的传输速率为 1.5Mbps。注意:这里的 b 是 Bit 的意思,1MB/s (兆字节/秒) = 8Mbps (兆位/秒),12Mbps = 1.5MB/s。目前,家用低端扫描仪主要为 USB 接口类型。

USB2.0 规范是由 USB1.1 规范演变而来的。它的传输速率达到了 480Mbps,折算为 Mb 为 60MB/s,足以满足大多数外设的速率要求。USB2.0 中的“增强主机控制器接口”定义了一个与 USB1.1 相兼容的架构。它可以用 USB2.0 的驱动程序驱动 USB1.1 设备。也就是说,所有支持 USB1.1 的设备都可以直接在 USB2.0 的接口上使用而不必担心兼容性问题,而且 USB 线、插头等附件也都可以直接使用。

这几种接口方式中,SCSI 接口传输速度很快,但需要在电脑中额外添加价值不菲的 SCSI 连接卡,增加了扫描仪的成本,而且安装复杂,目前仅限于专业用户使用。EPP 接口曾经最普及,虽然目前市场上还能看到 EPP 接口的扫描仪,但是几乎所有的厂商都已经停产,原因是其较慢的数据传输效率已经极大的限制了扫描仪的速度,无法适合快节奏的时代需要。IEEE1394 接口是具有里程碑意义的变革,因为采用 IEEE1394 接口的扫描仪的价格比使用 USB 接口扫描仪高许多,目前还很难在家庭用户中普及。新型的 USB 接口作为近年新的行业标准,在传输速度、易用性、扩充性及计算机兼容性方面均有较好的表现,自 1999 年推出以后,在市场的占有率节节上升,已成为公认标准。总的来说,USB 已经成为扫描仪接口的标准。

## 9. 扫描介质

扫描介质为扫描仪所能扫描的介质类型,一般扫描仪可以处理的介质为照片、印刷品、文稿、正负底片、幻灯片和 3D 实物等。

## 10. 光源

光源指的是扫描仪机身内部的灯管,与步进电机自成一体,随步进电机一起运动。对扫描仪而言,光源是非常重要的,因为 CCD 上所感受的光线,全部来自于扫描仪自身的灯管。光源不纯或偏色,会直接影响到扫描结果。在正午的时候,我们用肉眼去看一张白纸,看到的是白色,但黄昏的时候,在金黄色阳光的作用下,同样的一张白纸会呈现出金黄色。也就是说,光源变了,我



们看到的结果就会不同。

专业扫描仪或一些高端家用或商用扫描仪,在扫描前会自动检测灯管发出的光线强度,特别是在扫描仪刚启动时,由于灯管未进入稳定状态,扫描仪有一定的预热时间,只有当光线强度足够达到标准,机内的光源检测传感器才会发出通过指令,这时的扫描仪才能以最佳的工作状态进行扫描。普通家用、办公用扫描仪基本没有自检程序,有的扫描仪灯管发出的光线甚至连肉眼看上去都感觉不到刺眼,这样的光线强度不足以表现原稿中的暗部细节。

扫描仪内部用得较多的光源类型主要有三种:冷阴极荧光灯、RGB 三色发光二极管(即 LED),而少部分扫描仪采用了卤素灯光源。

冷阴极荧光灯具有体积小、亮度高、寿命长的特点,但工作前需要预热。该类光源已经广泛应用于平板式扫描仪中。

RGB 三色发光二极管(即 LED)功耗小,噪声低,发热量小,且无需预热,但亮度低,亮度均匀性略差,寿命一般也比较短(一些 CIS 型扫描仪采用了此类光源)。

卤素灯多应用于一些高端平板式扫描仪,如某些胶片扫描仪中,亮度非常高,预热时间短,而且维护、更换容易,但它的发热量也比较高,使用一定时间后即可能出现衰减。

## 11. 透射适配器

透射适配器(TMA)也称透扫描适配器、光罩或称透扫描精灵,用于平板式扫描仪的透射适配器能让用户扫描负片、幻灯片和大的透明底片或胶片。

透射适配器的原理很简单,就是用一个光源来替代扫描仪原来的上盖,把扫描光源由稿件下方移到稿件上方,让透射过稿件的光线经过镜头和数个反射镜成像在 CCD 表面。

透射适配器按照质量的高低,可以分为低档透射扫描仪适配器和高档透射扫描仪适配器。其中,低档透射扫描仪适配器只是在普通扫描仪的基础上多加了一个扫描灯管,采用的扫描光学元件、扫描镜头、扫描光学电路以及反射稿都是同一个,因此并没有给扫描分辨率带来多大提高。

根据光源的类型和扫描方式不同,透射适配器又可以分为光源移动式和光源固定式两种。前者厚重的上盖像是一个倒扣的扫描仪,扫描透射片时,透射适配器中的灯管通过扫描仪与下面的成像部件同步运行,一起扫过整个幅面,获得透射光图像。在这个过程中,平台式扫描仪中原有的光源不会发光,以免透射稿表面的反光影响扫描效果。而固定式的透射适配器就像一个发出均匀光线的小日光灯,照亮整个扫描区域,让成像部分读取透射稿的信息。



## 12. 支持网络扫描

支持网络扫描，顾名思义也是通过网络进行扫描的。目前，拥有网络扫描功能的扫描仪很少见到。使用者只要将扫描仪连接到任意一台已连入网络的电脑上，通过专门设计的网络扫描软件就可实现对扫描仪资源的共享，而且，特别为网络扫描设计的定向传输功能可以令扫描好的影像直接传输到使用者自己的计算机中，安全可靠。

### （五）扫描仪的使用与维护

前期准备工作主要包括：预热，擦除污点和指纹，整平要扫描的材料。有的扫描仪会提示预热，并且执行预热程序，一般的扫描仪都需要预热几分钟时间，擦除污点和整平材料是为了使后期的图像处理工作更简单，可以节省更多的时间。

使用扫描仪一般需要注意以下问题：

第一，一旦扫描仪通电后，不要热插拔 SCSI、EPP 接口的电缆，这样会损坏扫描仪或计算机。USB 接口的除外，因为它本身支持热插拔。

第二，扫描仪在工作时不要中途切断电源，一般要等到扫描仪的镜组完全归位后再切断电源，这对扫描仪电路芯片的正常工作非常有意义。

第三，有些扫描仪可以扫小型立体物体，在扫描时应当注意放置锋利物品时不要随便移动以免划伤玻璃，包括反射稿上的订书针。

第四，由于扫描仪在工作中会产生静电，从而吸附大量灰尘进入机体影响镜组的工作。因此，不要用容易掉渣的织物来覆盖，可以用丝绸或蜡染布等进行覆盖，房间适当的湿度可以避免灰尘对扫描仪的影响。

### （六）扫描仪的其他功能

除了用来扫描图片，扫描仪还有其他独特的功能：

扫描仪和数码相机都是通过光电器件 CCD 来获取图形图像信息的，只是形式不同而已。扫描仪的光电器件是条状的，它识别图形的过程是运动的。光电器件从图形的一端运动到另一端，完成扫描。而数码相机的光电器件是矩阵状，它工作的过程是瞬间的。

扫描仪对被扫物一般要求是平面的，但是采用 CCD 的扫描仪有一定的景深，可以扫描一定距离的实物。这样可以模仿数码相机的原理，在扫描仪的上面加一只凸透镜，让景物在扫描仪的平台上成像。具体的做法是使用机械式的照相机，拆掉后盖，在后面放上比相机略大的毛玻璃，毛面朝外，最好使毛玻璃离开相机大约 1cm 以便观察调焦情况，将光圈开到最大，快门速度开到 B 档，调

焦和扫描时按住快门不放,调至影像清晰后,就可以完成“拍摄”工作了。

配合 Photocopier、Photoshop 等软件,经过简单的改装,扫描仪还可以仿真复印机和“电脑暗房”来使用。

## 二维数字化仪

提起数字化仪(图 2.12)绝大多数人可能会感到比较陌生,其实它是在专业应用领域中一种用途非常广泛的图形输入设备。

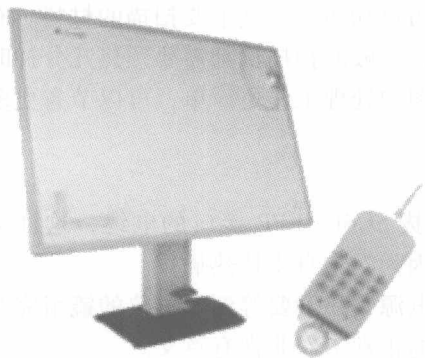


图 2.12 数字化仪

### (一) 数字化仪概念

数字化仪是在专业应用领域中一种用途非常广泛的图形输入设备,是由电磁感应板、游标和相应的电子电路组成。当使用者在电磁感应板上移动游标到指定位置,并将十字叉的交点对准数字化的点位时,按动按钮,数字化仪则将此时代应的命令符号和该点的位置坐标值排列成有序的一组信息,然后通过接口(多用串行接口)传送到主计算机。通俗

地说就是数字化仪就是一块超大面积的手写板,用户可以通过用专门的电磁感应压感笔或光笔在上面写或者画图形,并传输给计算机系统。不过在软件的支持下它是和手写板有很大的不同的,硬件的设计上也是各有偏重的。

在许多的专业应用领域中,用户需要绘制大面积的图纸,仅靠 CAD 系统是无法完全完成图纸绘制的,在精度上也会有较大的偏差,因此必须通过数字化仪来满足用户的需求。

高精度的数字化仪适用于地质、测绘、国土等行业。普通的数字化仪适用于工程、机械、服装设计等行业。

### (二) 二维数字化仪的工作原理

常规数字化仪采用电磁感应原理,它主要由金属导体组成的栅格阵列,采点装置(游标或笔)、控制及处理电路三部分组成。

游标或笔可在栅格板上方表面自由移动。游标或笔发射电磁波,栅格板接收,根据接收信号的相位与幅度,经过处理,可以得出游标叉丝(笔尖)在板上坐标值,并以某种数据格式,按用户指定的方式发给计算机。再经过电脑





的处理,就能在屏幕上还原为一幅原来的图形。这就完成了图形的数字化和输入过程。当然,作为汉字输入的一种非主流方式,它的输入速度还不够快,正确率也低于键盘输入。

### (三) 二维数字化仪技术指标

#### 1. 幅面

幅面也可以称为数字化仪的有效面积,它是指数字化仪上电磁感应板的面积,即用户可以在多大的面积上用光笔(或其他专用的输入笔)进行绘图。有效面积越大,绘图的扩展余地也就越大。由于使用的电磁感应板的面积扩大,价格也就随之上升。

目前数字化仪幅面的表示方法非常多,有的直接使用长度单位来表示,单位名称有的用 cm,也有的用英寸,而还有一些产品则使用纸张的幅面来标识,比如 A0 幅面、A1 幅面等。但数字化仪的幅面的增大和价格上升并不成等比例关系。

#### 2. 精度

精度则是指光笔在数字化仪的电磁感应板上可以表现出的最小的精确度。精度越高,绘制出的图形也就越精准。精度越低,则绘制出的图形存在的误差也就越大。目前数字化仪的精度一般都可以达到 0.01 英寸(0.254mm),也有的产品甚至可以达到 0.005 英寸。

#### 3. 分辨率

在数字化仪上绘制的对象,最终都是被数字化地表示为一个个点。分辨率是指每英寸上最多可以表示成的点数,点数值越大,绘制出的效果也就越好。数字化仪的分辨率是可以调节的,标识的都是最大值,用户在使用时完全可以向下调整。同时数字化仪横向和纵向的分辨率都是一样的,因此基本上就只是用一个数字来标识的,单位一般用 lpi (line per inch),中文翻译为“线(每英寸)”。目前主流的数字化仪的分辨率都已经达到了 10 000 线以上。

#### 4. 定标器

定标器是数字化仪的一种输入、校正工具。通过定标器,用户可以输入所绘制的内容,并且在输入时给予更加准确的定位。目前定标器是按照按键的数量来划分的,常见的有四键式定标器和 16 键式定标器。定标器的每一个按键都代表着一个方向,按键越多越便于准确的定位。目前的主流产品以 16 键的定标器为主。

#### 5. 数据传输速率

数据传输速率是指数字化仪每秒能输出的坐标的对数。单位为“对/秒”。



不过数据数量还和传输的波特率有关。波特率是在网络应用中经常使用到的一个技术指标,在这里则是表示数字化仪和计算机系统交换、传输的速度。它是指每秒钟设备或网络之间能够传输的二进制信息位数,它的单位是 bps (bit per second)。波特率越高,数据传输率自然也就越大。当然,数字化仪的波特率也不是完全用来进行数据传输,在这其中会有损耗和延时,因此需要两者结合起来看。比如同样 19 200bps 波特率的产品,有的产品的数据传输速率为 200 对/秒,有的则可以达到 350 对/秒。

## 6. 接口

接口实际上就是指产品采用何种接口标准与计算机系统相连接,并且交换数据的。目前数字化仪最常见的接口是 RS—232,也就是我们通常所说的串口。

串口也称串行接口,现在的 PC 机一般有两个串行口 COM 1 和 COM 2。串行口不同于并行口之处在于它的数据和控制信息是一位接一位地传送出去的。虽然这样速度会慢一些,但传送距离较并行口更长,因此若要进行较长距离的通信时,应使用串行口。通常 COM 1 使用的是 9 针 D 形连接器,也称 RS—232 接口,而 COM 2 有的使用的是老式的 DB25 针连接器,也称 RS—422 接口,这种接口目前已经很少使用。

## 7. 输出格式

输出格式是指数字化仪最终可以将文件以何种格式标准进行输出。对于数字化仪来说,在应用中可能会遇到各种各样的软硬件系统,因此支持的输出格式越多越好。一般数字化仪都支持很多种工业标准格式。目前主流产品的输出格式基本上都可以支持 30 种以上。每一种产品支持的输出格式种类和数量都是不一样的,用户可以查阅产品的说明资料。

# 三维数字化仪

三维数字化仪可以分为接触式和非接触式两类。无论是复杂还是简单的三维数字化仪,都包括三个要素:探头、扫描器和数据处理软件。非接触式数字化仪利用激光、莫尔干涉、光等技术。激光数字化仪照亮物体表面上一个点或一条线,用照射一条线收集数据的方法比照射一个点快一百多倍,它们都是采用了一种叫做三角化的技术来决定三维空间中点的位置。虽然坐标测量仪一般都能自动测量,但是大多数接触式数字化仪是用人工操作做探测头进行测量的。

### (一) 三维数字化仪种类及特点

三维数字化仪大概分为机械三坐标仪、MRI 和 CT、三维激光数字化仪、自动断层扫描设备四类,表 2.1 是现有三维数字化仪的基本特点的比较。

表 2.1 现有三维数字化仪基本特点对比表

项目	机械三坐标仪	MRI 和 CT	三维激光数字化仪	自动断层扫描设备
测量方式	接触外表面	内外表面	无接触外表面	外表面和内表面
精度	一般,且费时	一般	高	高
材料种类	无限制	有限制	无限制	无限制
设备成本	低	高	中等	中等
运行成本	低	高	低	低

#### 1. 机械三坐标仪

机械三坐标仪测量速度慢,难以测量零件的表面,而且一个具有复杂曲面的零件也是很难用它来逐点实现三维数字化的,一般不能用于快速制造。

#### 2. CT 和 MRI

用于医疗诊断的 CT (Computerized Tomography) 和 MRI (Magnetic Resonance Imaging) 通过断层扫描集的数据,可以很容易转换为成型机能接受的数据,可以与快速成型系统匹配。但这样获取的数据精度很差,且层厚都在 1mm 左右,无法依次做出实用的机械模型或零件来。此外,CT 和 MRI 只能测量小零件,能测量的材料也有限,加上设备和运行成本很高,很少有人将这两种数字化仪用于快速制造。

#### 3. 激光三维数字化仪

在光探头表面数字化仪产品中,数据采集方式有点扫描、线扫描和面扫描。目前用得较多的是点扫描和线扫描。无论是哪种扫描,光数字化仪都基于一个原理,即如果光从一个角度射到一个表面上,并在其反射方向收集,那么从收集到的光信号就能推断表面上的位置。它与其他三维扫描仪相比,具有体积小但测量零件的体积大、对材料无限制且精度高、运行成本低、扫描速度快等特点,有的激光三维数字化仪配备了不同的测量平台和扫描方式,比如,对于静态物体测量(零件和模型)采用扫描头静止、测量平台转到、平动或转平动相结合的扫描方式,这种扫描对于诸如汽车邮箱、摩托车头盔、固体型艺术品等实体测量都取得了很好的效果。对于动态物体(如人体)或大型静态物,采用了平台静止,扫描头运动的测量方式。

#### 4. 自动断层扫描设备

此系统采用材料逐层去除与逐层光扫描相结合的方法,快速、自动、准确

地测量零件的三维数据, 这项技术使得具有复杂内部结构零件的再生工程开发费用大为降低, 开发时间大幅度缩短。与激光三维数字化仪不同, 它能同时测得零件的表面和内部结构数据。工业用 CT 虽然也能测量零件的内部结构, 但自动断层扫描设备本身和运行费用都比工业 CT 便宜的多, 然而测量精度却高得多。

它的工作过程是: 测量开始前, 先将待测零件放在一个开口的盒中, 将专门配置的环氧树脂倒入盒中, 使之与零件结合成测试块。环氧树脂只填充零件的空隙, 在零件表面覆盖很薄的一层, 因而用量很少。系统将测试块用机械方法逐层去除, 并用光扫描每层表面的信息。这样将三维测量转换为二维测量, 实现了自动测量零件三维数据而不受内部复杂几何形状的限制。片层的厚度可以根据精度要求而定, 一般在  $25\mu\text{m}$  到  $250\mu\text{m}$  之间, 环氧树脂材料不但起固定作用, 还能增加断面层的零件表面可见度, 使扫描更加清楚。

## (二) 三维数字化仪的应用

三维数字化仪主要应用在制造工程中, 可以零件再生, 包括现有零件的仿造, 损坏零件的修补更新, 三维人体像的产生 (立体照相) 等。损坏零件的修补更新, 是将其数据传送到 CAD 软件包中去修改、更新、再通过快速制造生产出来。使用它还可以产生三维 CAD 文件、CNC 码和 STL 文件, 进行零件质量检查等。

在农业应用上, 三维数字化仪可以在虚拟农业系统中发挥较大的作用, 比如可以采用三维数字化仪在田间原位测量植物的位置、形状信息, 输入到电脑中成像, 进而根据生长规律模拟过去和将来的形态。

由于现阶段农业学科教育研究的现状, 使学生进入田间认识每一类植物已经越来越困难, 可以借助三维数字仪的帮助, 产生虚拟的植物供学生研究, 进而推展到农业远程教育系统中去。

## 数码相机

数码相机也称数字式相机, 英文全称 Digital Camera, 简称 DC。数码相机是集光学、机械、电子一体化的产品。它集成了影像信息的转换、存储和传输等部件, 具有数字化存取模式, 与电脑交互处理和实时拍摄等特点。数码相机最早出现在美国, 20 多年前, 美国曾利用它通过卫星向地面传送照片, 后来数码摄影转为民用并不断拓展应用范围。

与传统相机相比, 传统相机使用“胶卷”作为其记录信息的载体, 而数

数码相机（图 2.13）的“胶卷”就是其成像感光器件，而且是与相机一体的，是数码相机的核心，也是最关键的技术。数码相机的发展道路，可以说就是感光器的发展道路。目前数码相机的核心成像部件有两种：一种是广泛使用的 CCD（电荷耦合）元件；另一种是 CMOS（互补金属氧化物导体）器件。它们的作用是把光信号转换为电子信号，然后按照计算机的要求进行从模拟信号到数字信号的转换，ADC（模数转换器）器件用来执行这项工作。接下来 MPU（微处理器）对数字信号进行压缩并转化为特定的图像格式，例如 JPEG 格式。最后，图像文件被存储在内置存储器中。CCD 与 CMOS 在前面介绍扫描仪时已经做了详细解释，在这里不做赘述。

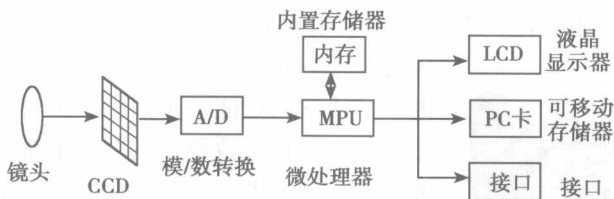


图 2.13 数码相机工作原理图

### （一）数码相机的类型

根据数码相机最常用的用途可以简单分为：单反相机、卡片相机、长焦相机、家用相机和旁轴相机。

#### 1. 单反相机

单反数码相机（图 2.14）指的是单镜头反光数码相机，即 Digital 数码、Single 单独、Lens 镜头、Reflex 反光，英文缩写为 DSLR。

在单反数码相机的工作系统中，光线透过镜头到达反光镜后，折射到上面的对焦屏并形成影像，透过接目镜和五棱镜，我们可以在观景窗中看到外面的景物。与此相对的，一般数码相机只能通过 LCD 屏或电子取景器（EVF）看到所拍摄的影像。

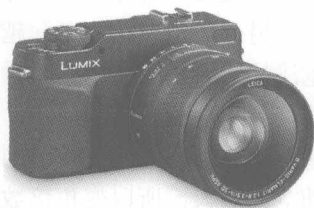


图 2.14 单反相机

用单反机拍摄时，当按下快门钮，反光镜便会往上弹起，感光元件（CCD 或 CMOS）前面的快门幕帘便同时打开，通过镜头的光线便投影到感光原件上感光，然后反光镜便立即恢复原状，观景窗中再次可以看到影像。单镜头反光相机的这种构造，确定了它是完全透过镜头对焦拍摄的，它能使观景窗中所看到的影像和胶片上永远一样，它的取景范围和

实际拍摄范围基本上一致,有利于直观地取景构图。

单反数码相机最大的特点就是可以交换不同规格的镜头,这是单反相机天生的优点,是普通数码相机不能比拟的。现在单反数码相机都定位于数码相机中的高端产品,因此在关系数码相机摄影质量的感光元件(CCD或CMOS)的面积上,单反数码的面积远远大于普通数码相机,这使得单反数码相机的每个像素点的感光面积也远远大于普通数码相机,因此每个像素点也就能表现出更加细致的亮度和色彩范围,使单反数码相机的摄影质量明显高于普通数码相机。

## 2. 卡片相机

卡片相机(图2.15)在业界内没有明确的概念,仅指那些小巧的外形、相对较轻的机身以及超薄时尚的设计的数码相机。虽然它们功能并不强大,但是最基本的曝光补偿功能是超薄数码相机的标准配置,再加上区域或者点测光模式,有时候能够完成一些摄影创作。缺点是手动功能相对薄弱、超大的液晶显示屏耗电量较大、镜头性能较差。



图 2.15 卡片相机

## 3. 长焦相机

长焦数码相机(图2.16)指的是具有较大光学变焦倍数的机型,而光学变焦倍数越大,能拍摄的景物就越远。一些镜头越长的数码相机,内部的镜片和感光器移动空间更大,所以变焦倍数也更大。

长焦数码相机主要特点和望远镜的原理差不多,通过镜头内部镜片的移动而改变焦距。当我们拍摄远处的景物时,长焦的好处就发挥出来了。另外焦距越长则景深越浅,和光圈越大景深越浅的效果是一样的,浅景深的好处在于突出主体而虚化背景,这样使照片拍出来更加专业。一些镜头越长的数码相机,内部的镜片和感光器移动空间更大,所以变焦倍数也更大。但是,对于镜头的整体素质而言,实际上变焦范围越大,镜头的质量也越差。10倍超大变焦的镜头最常遇到的两个问题就是镜头畸变和色散、紫边情况都比较严重。超大变焦的镜头很容易在广角端产生桶形变形,而在长焦端产生枕形变形。虽然镜头变形是不可避免的,但是好的镜头会将变形控制在一个合理范围内。而理论上变焦倍数越大,镜头也越容易产生形变。当然很多厂家也为此做了不少努力。比如通常厂家会在镜头里加入非球面镜片来



图 2.16 长焦相机

预防这种变形的产生。对于色散来说厂家通常使用防色散镜片来避免。随着光学技术的进步,目前的10倍变焦镜头实际上在光学性能上应该可以满足我们日常拍摄的需要。

#### 4. 家用相机

这类相机(图2.17)的影像传感器一般在300万像素以下,拥有固定或者3倍以内的光学变焦镜头,类似于传统相机里的“傻瓜机”。它适于摄影知识缺乏的人使用。由于这类相机所有的功能都是固定的、程式化的,不能随意改动,所以这种数码相机不能用于摄影创作。

#### 5. 旁轴数码相机

旁轴数码相机(图2.18)又称联动测距式相机,是35mm相机最早的一种样式,早期相机基本采用测距仪为聚焦装置,并且沿用至今。和单镜反光相机不同,旁轴相机拥有独立取景光路,独立的物镜、目镜,位于摄影镜头光学主轴的旁边,并且与之平行。这样就对于矫正视觉差异有很好的效果,能够更加真实地对所拍景物进行取景。



图 2.17 家用相机



图 2.18 旁轴数码相机

### (二) 数码相机技术指标

数码相机的专业术语很多,有些与扫描仪等设备的术语语义相同,比如感光器件(CDD或CMOS)、最大像素数等,在这里我们重点介绍突出数码相机专业特色的术语。

#### 1. 光学变焦

光学变焦英文名称为Optical Zoom,数码相机依靠光学镜头结构来实现变焦。数码相机的光学变焦方式与传统35mm相机差不多,就是通过镜片移动来放大与缩小需要拍摄的景物,光学变焦倍数越大,能拍摄的景物就越远。



## 2. 数码变焦

数码变焦也称为数字变焦,英文名称为 Digital Zoom,数码变焦是通过数码相机内的处理器,把图片内的每个像素面积增大,从而达到放大的目的。这种手法如同用图像处理软件把图片的面积改大。不过程序在数码相机内进行的,即把原来 CCD 影像感应器上的一部分像素使用“插值”处理手段放大,将 CCD 影像感应器上的像素用插值算法将画面放大到整个画面。与光学变焦不同,数码变焦是在感光器件垂直方向上的变化,而给人以变焦效果的。由于实际焦距没有变化,所以,图像质量是相对于正常情况下较差。

## 3. 兼容操作系统

通过数据连结,能在操作系统上识别数码相机并能读取数码相机记忆体内数据的操作系统,被称为兼容操作系统。

在微软 Windows 操作系统大行其道的时代,Windows 98/Me/2000/Xp 都能识别数码相机及其记忆体内内容。购买数码相机的同时,会同时附送一张启动光盘。光盘内的启动程序,会使操作系统识别数码相机,大部分的情况下,数码相机和电脑通过 USB 连接,如果是单反数码相机,会使用 IEEE1394 火线连接。

除了和微软的 Windows 操作系统相连,数码相机还可以和 MAC 的 OS 操作系统相连,操作方法相同。

## 4. 35mm 等值焦长

目前数码相机的成像器件面积都小于普通的 135 胶卷(即 35mm 胶卷相机)的面积,所以其镜头焦距很短,说到其镜头焦距时常常不说其实际的物理焦距,而说与其视角相当的 35mm(国内的 135)相机的镜头焦距,也就是说,其“镜头的视角相当于  $\times \times$ ”。

35mm 胶片的尺寸是  $36 \times 24\text{mm}$ ,也就是我们平时在照相机馆中看到的最为普遍的那种胶卷,由于 35mm 焦长的广泛使用,因此它成为了一种标尺,就像我们用 m、kg 来度量长度、重量一样,35mm 成为我们判断镜头视野度的一种标注。例如,28mm 焦长可以实现广角拍摄,35mm 焦长就是标准视角,50mm 焦长是最接近人眼自然视角的,而 380mm 镜头就属于超望远视角,可捕捉远方的景物。

根据相机的光学原理,焦长越小,视角就越大;焦长越大,视角就越小,这对于数码相机和传统相机而言都是不变的道理。现在相机的焦长都是由 mm 来标注的,镜头的焦长代表的是镜头和对焦面之间的距离,对焦面可以是胶片或者传感器。更准确地定义应该是“焦长等于对焦点和镜头光学中心之间的距离”。



现在通常的数码相机的焦长都非常的短,这是因为绝大多数数码相机的传感器都很小,往往对角线长度还不到一英寸,为了在这么小的传感器上能够成像感光,因此镜头和对焦面之间的距离就很小,这就是为什么数码相机镜头的焦长数值都很小的缘故。不过在数码相机上采用35mm等值来表现焦长,并非是人们不习惯数码相机上的焦长过短,而是因为每款数码相机上标注的实际焦长往往获得的视野不一样,比如都是6~18mm焦长范围,但是不同的数码相机上这个焦长所表现出来的效果往往是不一样的。这是由于数码相机采用的传感器各有所别。

### 5. 广角镜头

广角镜头焦距很短,视角较宽,而景深却很深,比较适合拍摄较大场景的照片,如建筑、风景等题材。

在传统相机中,28mm以上的广角镜头是很普及的,但是由于普通数码相机存在感光器件较小的特殊性,要做到较大的广角,镜头的物理焦距就需要很短,导致对像差校正等有高要求。随着人们对广角拍摄的日益重视,现在价廉的广角型数码相机也日渐热门起来。

### 6. 对焦方式

对焦的英文学名为Focus,通常数码相机有多种对焦方式,分别是自动对焦、手动对焦和多重对焦方式。

自动对焦:传统相机,采取一种类似目测测距的方式实现自动对焦,相机发射一种红外线(或其他射线),根据被摄体的反射确定被摄体的距离,然后根据测得的结果调整镜头组合,实现自动对焦。这种自动对焦方式——直接、速度快、容易实现、成本低,但有时候会出错(相机和被摄体之间有其他东西如玻璃时就无法实现自动对焦,或者在光线不足的情况下),精度也差,如今高档的相机一般已经不使用此种方式。因为是相机主动发射射线,故称主动式,它实际只是测距,并不通过镜头的实际成像判断是否正确聚焦。

手动对焦是通过手工转动对焦环来调节相机镜头从而使拍摄出来的照片清晰的一种对焦方式,这种方式很大程度上依赖人眼对焦屏上的影像的判别以及拍摄者的熟练程度甚至拍摄者的视力。早期的单镜反光相机与旁轴相机基本都是使用手动对焦来完成调焦操作的。现在的准专业及专业数码相机,还有单反数码相机都设有手动对焦的功能,以配合不同的拍摄需要。

多重对焦:很多数码相机都有多点对焦功能,或者区域对焦功能。当对焦中心不设置在图片中心的时候,可以使用多点对焦,或者多重对焦。除了设置对焦点的位置,还可以设定对焦范围,这样,用户可拍摄不同效果的照片。常见的多点对焦为5点、7点和9点对焦。





## 7. 对焦范围

对焦范围即数码相机能清晰成像的范围,通常分为一般拍摄距离与近拍距离。相机的一般拍摄距离通常都标示为“ $\times \times \text{cm}$ ——无穷远”,而且大部分数码相机往往还会提供近距离拍摄功能,来弥补一般拍摄模式下无法对焦的问题。有些相机非常强调具有支持 1cm 近拍的神奇能力,适合用来拍摄精细的物体。

目前低端的数码相机(400 万像素以下)一般都能自动对焦,而且大部分对焦范围都比较广。中高端的数码相机除了自动对焦外,还提供有手动对焦,来满足拍摄者的需求。

## 8. 近拍距离

近拍距离又称微距拍摄,通常在消费级数码相机上有一朵小花的那个按钮,就是微距拍摄的转换按钮。微距摄影是数码相机的特长之一,用微距拍摄可以把很普通的场景拍成戏剧性的场面,微距特别擅长表现花鸟鱼虫等细小的东西,对细节可以充分展示,而且可以表现自己在选题、构图、用光方面的创意,不像拍摄风光、人物、民俗文化等题材,要受很多条件的制约。微距上手比较快,虽然多为小品,但其中也往往包含很多作者的良苦用心,也能称得上是精品。

微距摄影的目的是力求将主体的细节纤毫毕现地表现出来,把细微的部分巨细无遗地呈现在眼前。在微距摄影中,有一个名词是必须要认识的,它就是放大率(Magnification)。因为微距摄影其实就如放大摄影,故放大率直接影响微距拍摄的效果。

日常经常听到镜头能拍到 1:1、1:2 的微距效果,这些比例便是指镜头的放大率。左边的数值代表影像的大小,而右边的数值则代表实际主体的大小,当镜头能做到 1:1 的放大率时,即镜头可将实物的真实大小完全投射在菲林平面上。试举一个简单的例子:135 菲林的面积为  $24\text{mm} \times 36\text{mm}$ ,若我们使用的镜头能把一个面积同样为  $24\text{mm} \times 36\text{mm}$  的主体完整地记录在 135 菲林上,这支镜头便有 1:1 的放大率,左边的数字越大,放大的倍数便越高,2:1 的放大率便比 1:1 高。若右边的数值较左边大,放大率便越小。

## 9. 光圈范围

光圈英文名称为 Aperture,光圈是一个用来控制光线透过镜头,进入机身内感光面的光量的装置,它通常是在镜头内。我们平时所说的光圈值 F2.8、F8、F16 等是光圈“系数”,是相对光圈,并非光圈的物理孔径,与光圈的物理孔径及镜头到感光器件(胶片或 CCD 或 CMOS)的距离有关。

我们用 F 值表达光圈大小。光圈 F 值 = 镜头的焦距/镜头口径的直径,从



这个公式可知要达到相同的光圈 F 值,长焦距镜头的口径要比短焦距镜头的口径大。完整的光圈值系列有:F1、F1.4、F2、F2.8、F4、F5.6、F8、F11、F16、F22、F32、F44、F64。光圈 F 值愈小,在同一单位时间内的进光量便愈多,而且上一级的进光量是下一级的一倍,例如光圈从 F8 调整到 F5.6,进光量便多一倍,我们也说光圈开大了一级。多数非专业数码相机镜头的焦距短、物理口径很小,F8 光圈的物理孔径已经很小了,继续缩小就会发生衍射之类的光学现象,影响成像。所以一般非专业数码相机的最小光圈都在 F8 ~ F11,而专业型数码相机感光器件面积大,镜头距感光器件距离远,光圈值可以很小。对于消费型数码相机而言,光圈 F 值常常介于 F2.8 ~ F16。此外许多数码相机在调整光圈时,可以做 1/3 级的调整。

### 10. 快门类型

快门英文名称为 Shutter,快门是相机上控制感光片有效曝光时间的一种装置。

目前的数码相机快门包括了电子快门、机械快门和 B 门。电子快门和机械快门不同之处在于它们控制快门的原理不同。电子快门是用电路控制快门线圈磁铁的原理来控制快门时间的,齿轮与连动零件大多为塑料材质。机械快门控制快门的原理是,齿轮带动控制时间,连动与齿轮为铜与铁的材质居多。前者受到风沙的侵袭容易损坏,后者虽也怕风沙的侵蚀,但是清洁方便。当需要超过 1 秒曝光时间时,就要用到 B 门了。使用 B 门的时候,快门释放按钮按下,快门便长时间开启,直至松开释放钮,快门才关闭。这是专门为长曝光设定的快门。

快门的工作原理是这样的:为了保护相机内的感光器件,不至于曝光,快门总是关闭的。拍摄时,调整好快门速度后,只要按住照相机的快门释放钮(也就是拍照的按钮),在快门开启与闭合的间隙间,通过摄影镜头的光线,使照相机内的感光片获得正确的曝光,光穿过快门进入感光器件,写入记忆卡。

至于单反相机常见的 B 快门功能,虽然可自由决定曝光时间的长短,拍摄弹性更高,不过目前大多数的消费性数码相机都还不能支持,最多提供如 2 秒、8 秒、16 秒等较慢速度的默认值。

### 11. 快门速度

快门速度是数码相机快门的重要考察参数,各个不同型号的数码相机的快门速度是完全不一样的,因此在使用某个型号的数码相机来拍摄景物时,一定要先了解其快门的速度。按快门时只有考虑了快门的启动时间,并且掌握好快门的释放时机,才能捕捉到生动的画面。

通常普通数码相机的快门大多在  $1/1\,000$  秒之内,基本上可以应付大多数的日常拍摄。快门不单要看“快”还要看“慢”,就是快门的延迟,比如有的数码相机最长具有 16 秒的快门,用来拍夜景足够了,但快门太长也会增加数码照片的“噪点”,就是照片中会出现杂条纹。另外,主流的数码相机除了具有自动拍摄模式外,还应该具有光圈优先模式、快门优先模式。光圈优先模式就是由用户决定光圈的大小,然后相机根据环境光线和曝光设置等情况计算出光进入的多少,这种模式比较适合照静止物体;而快门优先模式,就是由用户决定快门的速度,然后数码相机根据环境计算出合适的光圈大小来。所以,快门优先模式就比较适合拍摄移动的物体,特别是数码相机对震动是很敏感的,在曝光过程中即使轻微地晃动相机都会产生模糊的照片,在使用长焦距拍摄时这种情况更明显。

## 12. 等效感光度

在传统胶卷相机上,ISO 代表感光速度的标准,在数码相机中 ISO 定义和胶卷相同,代表着 CCD 或者 CMOS 感光元件的感光速度,ISO 数值越高就说明该感光材料的感光能力越强。ISO 的计算公式为  $S=0.8/H$  ( $S$  感光度,  $H$  为曝光量)。从公式中我们可以看出,感光度越高,对曝光量的要求就越少。ISO 200 的胶卷的感光速度是 ISO 100 的两倍,换句话说在其他条件相同的情况下,ISO 200 胶卷所需要的曝光是 ISO 100 胶卷的一半。在数码相机内,通过调节等效感光度的大小,可以改变光源多少和图片亮度的数值。因此,感光度也成了间接控制图片亮度的数值。

在传统 135 胶卷相机中,感光度是相机底片对光线反应的敏感程度测量值,通常以 ISO 数码表示,数码越大表示感光性越强,常用的表示方法有 ISO 100、400、1 000 等。一般而言,感光度越高,底片的颗粒越粗,放大后的效果较差,而数码相机为也套用此 ISO 值来表示测光系统的曝光量,基准 ISO 越低,所需曝光量越高。

传统照相机本身是无感光度可言的,因为感光度只是感光材料在一定的曝光、显影、测试条件下对于辐射能感应程度的定量标志。使用过传统相机的人,都知道胶卷最重要的指标就是感光度——通俗一点就是衡量胶卷需要多少光线才能完成准确曝光的数值。我们所购买的 100、200、400 的胶卷,数字表示的就是感光度。

数码照相机与普通照相机不同,它的感光器件使用了 CCD 或者 CMOS,对曝光多少也就有相应要求,也就有感光灵敏度高低的问题。这也就相当于胶片具有一定的感光度一样,数码相机厂家为了方便数码相机使用者理解,一般将数码相机的 CCD 的感光度(或对光线的灵敏度)等效转换为传统胶卷的感



光度值,因而数字照相机也就有了“等效感光度”的说法。

用通常衡量胶片感光度高低的眼光来看,目前数字照相机感光度分布在中、高速的范围,最低的为 ISO 50,最高的为 ISO 6400,多数在 ISO 100 左右。对某些数字照相机来说,感光度是单一的,加之 CCD 的感光宽容度很小,因而限制了它们在光线过强或过弱条件下的使用效果。虽然一些数字照相机的感光度有一定的范围,但即使在所允许范围内,拍摄效果亦有所区别,平时拍摄应将它置于最佳感光度上这一档上。和传统相机一样,低 ISO 值适合营造清晰、柔和的图片,而高的 ISO 值却可以补偿灯光不足的环境。

在光线不足时,闪光灯的使用是必然的。但是,在一些场合下,例如展览馆或者表演会,不允许或不方便使用闪光灯的情况下,可以通过 ISO 值来增加照片的亮度。数码相机 ISO 值的可调性,使得我们有时可通过调高 ISO 值、增加曝光补偿等办法,减少闪光灯的使用次数。调高 ISO 值可以增加光亮度,但是也可能增加照片的噪点。

### 13. 曝光模式

曝光英文名称为 Exposure,曝光模式就是计算机采用自然光源的模式,通常分为快门优先、光圈优先、手动曝光、AE、多点测光等模式。照片的好坏与曝光量有关,也就是说应该用多少的光线使 CCD 能够得到清晰的图像。曝光量与通光时间(快门速度决定)、通光面积(光圈大小决定)有关。

快门、光圈优先模式:为了得到正确的曝光量,就需要正确的快门与光圈的组合。快门快时,光圈就要大些;快门慢时,光圈就要小些。快门优先是指由机器自动测光系统计算出曝光量的值,然后根据你选定的快门速度自动决定用多大的光圈。光圈优先是指由机器自动测光系统计算出曝光量的值,然后根据你选定的光圈大小自动决定用多快的快门。拍摄的时候,用户应该结合实际环境把使曝光与快门两者调节平衡,相得益彰。

手动曝光模式:这种模式每次拍摄时都需手动完成光圈和快门速度的调节,这样的好处是方便摄影者制造不同的图片效果。如需要运动轨迹的图片,可以加长曝光时间,把快门加快,曝光增大(很多人在拍摄运动物体时发现,拍摄出来的主体是模糊的,这多半就是因为快门的速度不够快。如果快门过慢的话,结果不是运动轨迹,而是模糊一片);如需要制造暗淡的效果,快门要加快,曝光要减少。

AE 模式全称为 AutoExposure,即自动曝光。模式大约可分为光圈优先 AE 式、快门速度优先 AE 式、程式 AE 式、景深优先 AE 式。光圈优先 AE 式是由拍摄者人为选择拍摄时的光圈大小,由相机根据景物亮度、CCD 感光度以及人为选择的光圈等信息自动选择合适曝光所要求的快门时间的自动曝光模式,

也即光圈手动、快门时间自动的曝光方式。这种曝光方式主要用在需优先考虑景深的拍摄场合,如拍摄风景、肖像或微距摄影等;快门速度优先 AE 式,是在拍摄者选定快门速度的基础上,由相机根据测光信息、CCD 感光度、人为设定的快门速度,自动选择取得正确曝光所需要的光圈大小,即“快门速度手动调节、光圈自动调定”的曝光方式;程序式 AE 曝光是光圈和快门速度都由照相机根据的程序自动调节的自动曝光模式。这种曝光模式广泛应用于便携式相机(即傻瓜相机);景深优先 AE 式是优先考虑景深的自动曝光方式,尤其适合于拍摄团体照和风景照时所用。

多点测光模式是通过对景物不同位置的亮度,通过闪光灯补偿等办法,达到最佳的摄影效果,特别适合拍摄别光物体。首先,用户要对景物背景,一般为光源物体进行测光,然后进行 AE 锁定;第二步是对背光景物进行测光,大部分的专业或准专业相机都会自动分析,并用闪光灯为背光物体进行补光。

#### 14. 曝光补偿

曝光补偿是一种曝光控制方式,如果环境光源偏暗,即可增加曝光值以突显画面的清晰度。

数码相机在拍摄的过程中,如果按下半截快门,液晶屏上就会显示和最终效果图差不多的图片,这个时候的曝光,正是最终图片的曝光度。图片如果明显偏亮或偏暗,说明相机的自动测光准确度有较大偏差,要强制进行曝光补偿,不过有的时候,拍摄时显示的亮度与实际拍摄结果也会有一定出入。数码相机可以在拍摄后立即浏览画面,此时,可以更加准确地看到拍摄出来的画面的明暗程度,不会再有出入。如果拍摄结果明显偏亮或偏暗,则要重新拍摄,强制进行曝光补偿。

#### 15. 闪光灯

闪光灯的英文学名为 Flash Light。闪光灯也是加强曝光量的方式之一,尤其在昏暗的地方,打闪光灯有助于让景物更明亮。使用闪光灯也会出现弊端,例如在拍人物时,闪光灯的光线可能会在眼睛的瞳孔发生残留的现象,进而发生“红眼”的情形,因此许多相机商都将“消除红眼”这项功能加入设计,在闪光灯开启前先打出微弱光让瞳孔适应,然后再执行真正的闪光,避免“红眼”发生。中低档数码相机一般都具备三种闪光灯模式,即自动闪光、消除红眼与关闭闪光灯。再高级一点的产品还提供“强制闪光”,甚至“慢速闪光”功能。

#### 16. 白平衡调节

白平衡英文名称为 White Balance。物体颜色会因投射光线颜色不同而产生改变,在不同光线的场合下拍摄出的照片会有不同的颜色。例如以钨丝灯



(电灯泡)照明的环境拍出的照片可能偏黄,一般来说,CCD 没有办法像人眼一样会自动修正光线的改变。

平衡就是无论环境光线如何,让数码相机默认“白色”,就是让他能认出白色,而平衡其他颜色在有色光线下的色调。颜色实质上就是对光线的解释,在正常光线下看起来是白颜色的东西在较暗的光线下看起来可能不是白色,还有荧光灯下的“白”也是“非白”。对于这一切如果能调整白平衡,则在所得到的照片中就能正确地以“白”为基色来还原其他颜色。现在大多数的商用级数码相机均提供白平衡调节功能。正如前面提到的白平衡与周围光线密切相关,因而,启动白平衡功能时闪光灯的使用就要受到限制,否则环境光的变化会使得白平衡失效或干扰正常的白平衡。一般白平衡有多种模式,适应不同的场景拍摄,如:自动白平衡、钨光白平衡、荧光白平衡、室内白平衡、手动调节等。

### 17. 连拍功能

连拍功能英文学名为 continuous shooting,是通过节约数据传输时间来捕捉摄影时机。连拍模式通过将数据装入数码相机内部的高速存储器(高速缓存),而不是向存储卡传输数据,可以在短时间内连续拍摄多张照片。由于数码相机拍摄要经过光电转换、A/D 转换及媒体记录等过程,其中无论转换还是记录都需要花费时间,特别是记录花费时间较多。因此,所有数码相机的连拍速度都不很快。

### 18. 测光方式

数码相机的测光系统一般是测定被摄对象反射回来的光亮度,也称反射式测光。测光方式按测光元件的安放位置不同一般可分为外测光和内测光两种方式。

在外测光方式中,测光元件与镜头的光路是各自独立的。这种测光方式广泛应用于平视取景镜头快门照相机中,它具有足够的灵敏度和准确度。单镜头反光照相机一般不使用这种测光方式。

内测光方式是通过镜头来进行测光,即所谓 TTL 测光,与摄影条件一致,在更换相镜头或摄影距离变化、加滤色镜时均能进行自动校正。目前几乎所有的单镜头反光相机都采用这种测光方式。

### 19. 噪点

数码相机的噪点(noise)也称噪声、噪音,主要是指 CCD(CMOS)将光线作为接收信号接收并输出的过程中所产生的图像中的粗糙部分,也指图像中不该出现的外来像素,通常由电子干扰产生。看起来就像图像被弄脏了,布满一些细小的糙点。我们平时所拍摄的数码照片如果用个人电脑将拍摄到的高画

质图像缩小以后再看的话,也许就注意不到。不过,如果将原图像放大,那么就会出现本来没有的颜色(假色),这种假色就是图像噪音。

还有一种现象很容易与噪点相混淆,这就是坏点。在数码相机同一设置条件下,如果所拍的图像中杂点总是出现在同一个位置,就说明这台数码相机存在坏点,一般厂家对坏点的数量有规定,如果坏点数量超过了规定的数量,可以向经销商和厂家更换相机。假如杂点并不是出现在相同的位置,则说明这些杂点是由于使用时形成的噪点。

### (三) 数码相机的优势与发展

数码相机的最大优势在于它的信息数字化,由于数字信息可以借助遍及全球的数字通讯网即时传送,所以数码相机首先可以实现图像的实时传递。

数码相机作为一种计算机输入设备,近年取得了长足的发展和进步。首先是由于技术及工艺的进步,作为计算机输入设备的数码相机主流机型像素数一般在 500 万像素级。其外观造型与传统相机几无差别。其次由于产量、销量的增加以及技术进步等因素,现在数码相机的价格也正以很快的速度下降。这些都促进了数码相机应用的普及,普及反过来促使厂商在技术及工艺上作更大的投入。这种良性交互正在使得数码相机成为计算机应用一个不可或缺的设备。

几年前崛起的数码相机,是现代通信、计算机产业、照相机产业高速发展的产物。随着电信、计算机的普及和家庭化,数码相机的应用领域也日益广泛。随着全球日益高涨的数码热潮,加上数码相机的技术逐渐成熟,以及价格的逐渐下降,数码相机将成为 IT 行业增长迅速的产业之一。

## 数码相机

数码摄像机就是 DV, DV 是 Digital Video 的缩写,译成中文就是“数字视频”的意思,它是由索尼(SONY)、松下(PANASONIC)、胜利(JVC)、夏普(SHARP)、东芝(TOSHIBA)和佳能(CANON)等多家著名家电巨擘联合制定的一种数码视频格式。在绝大多数场合 DV 代表数码摄像机。

### (一) 数码摄像机的类型

随着数码摄像机存储技术的发展,目前市面上数码摄像机依据记录介质的不同可以分为以下几种:Mini DV(采用 Mini DV 带)、Digital 8 DV(采用 D8 带)、CMOS 超迷你型 DV(采用 SD 或 MMC 等扩展卡存储)、专业摄像机(摄录一体机,采用 DVCAM 带)、DVD 摄像机(采用可刻录 DVD 光盘存储)、硬



盘摄像机（采用微硬盘存储）和高清摄像机（HDV）。

### 1. Mini DV

以 Mini DV（图 2.19）为记录介质的数码摄像机在数码摄像机市场上占有主要的地位。它是通过 1/4 英寸的金属蒸镀带来记录高质量的数字视频信号。DV 视频的特点是：影像清晰；水平解析度高达 500 线；可产生无抖动的稳定画面。DV 视频的亮度取样频率为 13.5MHz。



图 2.19 Mini DV

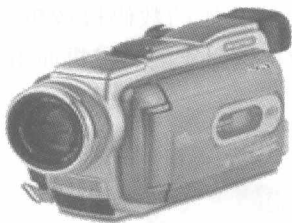


图 2.20 Digital 8 DV

### 2. Digital 8 DV

Digital 8（图 2.20）与 Mini DV 带一样，拥有 500 线水平解像度以上的画质，所以质量上比旧式摄像机要好。而 Digital 8 与 Mini DV 带不同的是，它采用了 8mm 的金属磁带，比 Mini DV 带的磁带要粗，而且 Digital 8 兼容旧式的 8cm 磁带，灵活性和适应性显得更高。

### 3. CMOS 超迷你型 DV

CMOS 超迷你型摄像机和 Mini DV 的不同之处在于 CMOS 感光器件和存储介质。采用了 CMOS 的摄像机在成像质量上比不上 CCD 感光器件，但是，比起 CCD 感光器件，它拥有价钱低、节省电源的特点。存储介质方面，超迷你型摄像机主要采用存储卡，最常见的是 SD 和 MMC 卡代表 DV 带来存储。因此，装备了 CMOS 的数码摄像机一般价钱比较便宜，体型小巧，属于低端产品。因为体积小巧，多数没有光学变焦功能，所以成像质量不高。CMOS 迷你摄像机采用的记录介质一般为媒体卡，而记录的文件格式为压缩格式。录音系统属于双声道录音，具备静态拍摄功能。

### 4. 专业摄像机

专业摄像机（图 2.21）指的是摄像机中摄录放一体机，又称 DVCAM。DVCAM 格式是由索尼公司在 1996 年开发的一种视音频储存介质，其性能和 DV 几乎一模一样，不同的是两者磁迹的宽度，DV 的磁迹宽度为 10 $\mu$ m，而 DVCAM 的磁迹宽度为 15 $\mu$ m。由于记录速度不同，DV 是 18.8mm/s，而 DVCAM 是 28.8mm/s，所以两者在记录时间上也有所差别，DV 带是 60 ~ 276 分钟的影音，而 DVCAM 带可以记录 34 ~ 184 分钟。



图 2.21 专业摄像机



在视频和音频的采录方面, DV 和 DVCAM 基本相同, 记录码率为 25Mbps, 音频采用 48kHz 和 32kHz 两种采样模式, 都可以通过 IEEE1394 火线下载到电脑上进行非编剪辑。

### 5. DVD 摄像机

DVD 数码摄像机, 即光盘式 DV (图 2.22) 的存储介质是采用 DVD-R, DVR+R, 或是 DVD-RW、DVD+RW 来存储动态视频图像的。DVD 数码摄像机拍摄后可直接通过 DVD 播放器即刻播放, 使用非常方便。

### 6. 硬盘摄像机

所谓硬盘摄像机 (图 2.23), 就是采用硬盘作为存储介质的数码摄像机, 因为有别于以往使用 Mini DV 磁带或 8cmDVD 光盘作为存储介质的摄像机而得名。



图 2.22 DVD 摄像机



图 2.23 硬盘摄像机

硬盘摄像机具备很多好处, 外出拍摄时不用再携带大量 Mini DV 磁带或 DVD 光盘。大容量硬盘摄像机能够确保长时间拍摄, 向电脑传输拍摄素材, 不再需要 Mini DV 磁带摄像机时代专业的视频采集设备, 但需用 USB 连线与电脑连接, 完成素材导出。

微硬盘体积和 CF 卡一样, 卡槽可以和 CF 卡通用, 大小与磁带和 DVD 光盘相比体积更小, 使用时间上也是众多存储介质中最可观的。微硬盘采用比硬盘更高技术来制作, 这样保证了它的使用寿命, 可反复擦写 30 万次。在用法上, 只要连接电脑, 就能通过 DV 或者读卡器将动态影像直接拷贝到电脑上。

### 7. 高清摄像机

高清数码摄像机, 即 HDV (图 2.24), 它的标准概念是要开发一种家用便携式摄像机, 可以方便录制高质量、高清晰的



图 2.24 高清摄像机



影像。HDV 标准可以和现有的 DV 磁带一起使用,以其作为记录介质。这样,通过使用数字便携式摄像机,可以降低开发成本,提高开发效率。高清晰度数码摄像机可以保证播放录像的时候不降低图像质量。按照该标准,可以在常用的 DV 带上录制高清晰画面,音质也更好。

## (二) 数码摄像机技术指标

数码摄像机与数码相机有很多语义相同的技术指标,在这里重点介绍具有摄像机特色的指标。

### 1. 滤镜口径

滤光镜,就是滤掉一部分光线的镜头。由于光的特性是由强度和频率决定的,所以滤光镜也相应地分为频率滤光镜和强度滤光镜两种。其中,频率滤光镜又称滤色镜,因为光线的缤纷色彩正是由其不同频率造成的。频率滤光镜(滤色镜)有橙色滤光镜、黄色滤光镜等,不同颜色的滤光镜能够发挥不同的作用。强度滤光镜包括天光镜等。滤镜口径指的是滤光镜的直径口径的大小,用于数码摄像机的滤镜口径主要有 28mm、30mm、37mm、58mm、74mm 等,不同的数码摄像机口径是不同的,所能外接的滤镜口径因此也不相同,一定程度上可以说滤镜口径越大,在单位时间内单位面积所能通过的光线数量越多。

### 2. 取景器

取景器即数码摄像机上通过目镜来监视图像的部分,现在的数码摄像机的目镜取景器只有黑白取景器和彩色取景器。但对于专业级的数码摄像机来说都是黑白取景器,因为黑白取景器更有利摄影师来正确构图。数码摄像机取景器结构和其液晶显示屏一样,两者均采用 TFT 液晶,而不同点在于两者的大小和用电量。

一般数码摄像机的取景器比较小,用户闭上一只眼睛才能观察;对于一些专业机型,或者一些肩托式 DV,它的取景器像素有的比液晶屏要大,以便于摄影师看清拍摄画面。

相比其液晶显示屏,取景器还有另外一个优势——省电。一般来说在关闭液晶显示屏的情况下,只用取景器,能省出四分之一以上的电量。

数码摄像机的取景器一般能在垂直方向旋转,有的旋转角度可达 90 度,更方便摄影师在站立姿势时拍摄。而且,大部分的取景器可以改变目镜的距离,方便那些近视戴眼镜的摄影师。

### 3. 3 片 CCD

3CCD 的数码摄像机内设有三棱镜,此三棱镜把光源分为三原色光(红色,绿色与蓝色),三原色光分别经过三块独立 CCD 影像感应器处理,颜色的

准确程度及影像质量比使用一块 CCD 影像感应器大为改善。这使 CCD 影像感应器的每一个都有一个很大的光线采集区域, 因此使摄像机具有很高的信噪比, 很好的敏感度以及很宽的动态范围。此外, 3 倍密度的像素分布和无缝的双色棱镜可以获得锐利的图像和逼真的色彩, 即使是在细微的颜色差别处——例如在鲜红色及更深一点的红色之间, 也能够清楚地分辨出来。

3 片 CCD 与单片 CCD 的图像色彩有区别, 3CCD 拍摄的影像层次感好, 立体感强, 但清晰度与采用同样大小的单 CCD 片机器是一样的。

#### 4. 照明度

照明度是测量摄像机感光度的一种方法, 换句话说, 摄像机能在“多黑”的条件下可以看到可用的影像。照明度数值越小, 对拍摄环境照度要求越低, 可以在较暗的照明条件下得到干净的图像, 适应性越强。

Lux 是用来测量投射在物体上的光的数量的米制单位, 在英国叫做尺烛光 (lumen), 在欧洲叫做 Lux。具体地说, 1Lux 等于一支蜡烛从 1m 外投射在一平方米的表面上的光的数量。10Lux 等于 10 支蜡烛从 1m 外投射到物体表面的光的数量。

影响画面质量主要因素是 DV 镜头的聚光能力。1Lux 是入射光即投射在物体上的光的大小, 也是你的照相机捕捉到并记录了反射回来的光。即射到物体上又由物体反射给镜头的光。浅色的、反射性的物体表面比暗色的物体表面在弱光下拍摄出的效果要好。一般来说, 感光器件尺寸越大的数码摄像机, 就越能在低 Lux 的环境下拍摄优秀的画质, 另外 3 片 CCD 也能在低 Lux 的环境下有好的表现。

#### 5. 夜摄功能

数码摄像机在黑暗或者光线不足的情况下, 可以设置其特殊的功能, 补偿画质的损失, 这种功能称为夜摄功能。为了应付在昏暗的环境下, 拍摄画质不清, 噪点过多等问题, 各数码摄像机厂商都把加强夜摄功能作为突破技术之一。现在的消费级数码照相机, 都拥有夜摄功能, 只是这些功能的优劣不同。

目前用于数码摄像机上的夜摄功能主要有红外夜摄、彩色夜摄和“夜眼”功能。

#### 6. 照片模式

照片模式即数码摄像机可用作拍摄静态图片的模式。数码摄像机除了可以拍摄视频外, 一般都兼顾静态图像的拍摄, 这就是数码摄像机的照片模式。低端的数码摄像机一般不会对静态图片上采用什么技术, 图像分辨率比较低, 只有 45 万~80 万像素, 而中档的数码摄像机, 静态图片的分辨率可以高达 100 万甚至达到 300 万像素。



静态图片的分辨率取决于数码摄像机感光器件（即 CCD）的大小，也可以把图片拍摄在 DV 带上，在这种情况下分辨率就跟视频格式大小相同。拍摄静态图片的文件除了存储在 DV 带上外，还可以储存在记忆卡上。大部分的数码摄像机有预设模式，比如，风景、运动、夜晚和日出等。除了拍摄静态图片外，还可以设置手动功能，例如设置快门、曝光补偿的参数，非专业的数码摄像机很少有光圈的设置。

### 7. AV 端子

AV OUT 端口恐怕是最常用到的端口了，因为我们在电视机上观看拍摄的影片时就是通过 AV OUT 端口和电视机相连的。在购买数码摄像机的时候，一般会配有 AV 线。AV 线一般是一个单头和一个三头插口，三头插口中两个是红色和白色的音频输出插口，另一个黄色的应该为视频的输入插口，而单头插口是直接和数码摄像机连接的。一般的电视机只能接收模拟信号，而存放在数码摄像带上的信号为数字信号，两者并不兼容。但是经过数码摄像机的 AV OUT 端口，可以直接把数码摄像带上的内容在电视上播放，这个过程就是模拟信号输出过程。在一些具有 AV 输入功能的数码摄像机，这个 AV OUT 端口其实也是 AV IN 端口，可以通过操作菜单的设置来改变输入和输出的选项。

### 8. 水平清晰度

用摄像机拍摄的影音信号在电视上播放时，需要换算成与电视画面清晰度相同的单位。而电视的画面清晰度是以水平清晰度作为单位。通俗地说，我们可以把电视上的画面以水平方向分割成很多很多“条”，分得越细，这些画面就越清楚，水平线数的数码就越多。这个单位是“电视行（TVLine）”也称线。数码摄像机以数码磁带记录信号，在电视上播放时，也需要换作线来计算。

一般的数码摄像机都标明了水平清晰度的大小，普遍等于或高于 500 行线数。

## （三）数码摄像机的发展

近几年，数码摄像机市场得到了非常迅速的发展，DVD 数码摄像机的出现意味着一个新的非线性编辑数码摄像机时代的到来，就像 20 世纪 90 年代初 DV 带也用了好几年才替代 VHS 带一样，DVD 数码摄像机要取代磁带 DV 还需要一段时间，需要一个渐进的接受过程。作为数码摄像机一个新的飞跃，DVD 数码摄像机成为未来数码摄像机发展方向之一。硬盘式数码摄像机由于价格较贵，对于普通的大众消费者尚没有那么多的内容进行拍摄，支持硬盘播放的播放器也不多，距普通大众消费者还很远，但它也是一个有力的竞争者。

## 三、数据的存储与管理

建立多媒体应用的关键技术之一是对多媒体应用项目中的数据,包括文本、图像、音频、视频、动画等多种类型的数据进行有效管理,从而合理控制多媒体应用开发费用,实现各种数据的综合利用与共享,提高对多媒体应用系统的执行效率和运行质量。

随着多媒体技术的发展和广泛的应用,特别是对一些综合应用大型系统,如城市管理信息系统、军事指挥自动化系统等,如何对数据量大,内容复杂的多媒体数据进行存储与管理,如何方便而有效地使用这些多媒体数据,以及如何实现数据共享、高速存取等都是多媒体技术的重要问题。本章主要针对多媒体数据的存储和管理技术做一些介绍。

### 物理介质

作为信息存储介质,多媒体信息存储介质除了应该具备的共性以外,还有一些特性。比如:不断快速增长的数据容量,高数据传输率,检索方便,重复使用等。

目前应用非常广泛的高容量、高速多媒体存储系统,主要有硬盘或硬盘阵列、光盘或光盘库等。

多媒体信息物理存储介质大致分为固定存储介质和可移动存储介质两类。

#### (一) 固定存储介质

固定存储介质主要指的是与多媒体系统固定组合的硬盘,硬盘读写速度快,容量较大,但价格较高,主要应用于对输入、输出要求高的场合,如非线性视频制作领域。多媒体技术领域所使用的硬盘不同于普通的计算机硬盘,因为视频信息数据量大、传输速率高,所以多媒体技术领域使用的硬盘多为高速视频硬盘,如 SCSI (Small Computer System Interface) 硬盘和 SAS (Serial Attached SCSI) 硬盘。

##### 1. SCSI 硬盘

SCSI 硬盘即采用 SCSI 接口的硬盘。它由于性能好,稳定性高,满足存储多媒体数据的要求。但其价格昂贵,所以在普通 PC 上很少见到它的踪迹。

SCSI 是 Small Computer System Interface (小型计算机系统接口) 的缩写, 前章已经做了简要介绍。它使用 50 针接口, 外观和普通硬盘接口有些相似。SCSI 硬盘和普通 IDE 硬盘相比有很多优点: 接口速度快, 硬盘转速快, 缓存容量大, CPU 占用率低, 扩展性优于 IDE 硬盘, 并且支持热插拔。

接口类型是指该 SCSI 硬盘与电脑主机之间的连接方式或类型。与 IDE 硬盘相比, SCSI 硬盘接口标准更高, 读写速度更快, 数据缓存更大, 电机转速更高, 寻道时间更短, CPU 占用率更低并且拥有自己独立的 I/O 处理器。所有这些特性都注定 SCSI 硬盘是硬盘中的速度之王。SCSI 规范发展到今天, 已经是第六代技术, 从初创时的 SCSI (8bit)、Wide SCSI (8bit)、Ultra Wide SCSI (8bit/16bit)、Ultra Wide SCSI 2 (16bit)、Ultra 160SCSI (16bit) 到今天的 Ultra 320SCSI, 速度从 1.2MB/s 到现在的 320MB/s 有了质的飞跃。目前的主流 SCSI 硬盘都采用了 Ultra 320SCSI 接口, 能提供 320MB/s 的接口传输速度。

## 2. SAS 硬盘

SAS (Serial Attached SCSI) 即串行连接 SCSI, 是新一代的 SCSI 技术, 与现在流行的 Serial ATA (SATA) 硬盘相同, 都是采用串行技术以获得更高的传输速度, 并通过缩短连线改善内部空间等。SAS 是并行 SCSI 接口之后开发出的全新接口。此接口的设计是为了改善存储系统的效能、可用性和扩充性, 并且提供与 SATA 硬盘的兼容性。

SAS 的接口技术可以向下兼容 SATA。具体来说, 二者的兼容性主要体现在物理层和协议层的兼容。在物理层, SAS 接口和 SATA 接口完全兼容, SATA 硬盘可以直接使用在 SAS 的环境中, 从接口标准上而言, SATA 是 SAS 的一个子标准, 因此 SAS 控制器可以直接操控 SATA 硬盘, 但是 SAS 却不能直接使用在 SATA 的环境中, 因为 SATA 控制器并不能对 SAS 硬盘进行控制; 在协议层, SAS 由 3 种类型协议组成, 根据连接的不同设备使用相应的协议进行数据传输。其中串行 SCSI 协议 (SSP) 用于传输 SCSI 命令; SCSI 管理协议 (SMP) 用于对连接设备的维护和管理; SATA 通道协议 (STP) 用于 SAS 和 SATA 之间数据的传输。因此在这 3 种协议的配合下, SAS 可以和 SATA 以及部分 SCSI 设备无缝结合。

SAS 系统的背板 (Backplane) 既可以连接具有双端口、高性能的 SAS 驱动器, 也可以连接高容量、低成本的 SATA 驱动器。所以 SAS 驱动器和 SATA 驱动器可以同时存在于一个存储系统之中。但需要注意的是, SATA 系统并不兼容 SAS, 因此, SAS 驱动器不能连接到 SATA 背板上。由于 SAS 系统的兼容性, 使用户能够运用不同接口的硬盘来满足各类容量上或效能上的需求, 在扩充存储系统时使它拥有更多的弹性, 可以让存储设备发挥最大的投资效益。

在系统中,每一个 SAS 端口最多可以连接 16256 个外部设备,并且 SAS 采取直接的点到点的串行传输方式,传输的速率高达 3Gbps,估计以后会有 6Gbps 乃至 12Gbps 的高速接口出现。SAS 的接口也做了较大的改进,它同时提供了 3.5 英寸和 2.5 英寸的接口,因此能够适合不同服务器环境的需求。SAS 依靠 SAS 扩展器来连接更多的设备,目前的扩展器以 12 端口居多,不过根据板卡厂商产品研发计划显示,未来会有 28、36 端口的扩展器引入,来连接 SAS 设备、主机设备或者其他 SAS 扩展器。

与传统并行 SCSI 接口比较起来,SAS 不仅在接口速度上得到显著提升(现在主流 Ultra 320SCSI 速度为 320MB/s,而 SAS 刚起步速度就达到 300MB/s,未来会达到 600MB/s 甚至更多),而且由于采用了串行线缆,不仅可以实现更长的连接距离,还能够提高抗干扰能力,并且这种细细的线缆还可以显著改善机箱内部的散热情况。

但 SAS 目前存在以下几方面不足之处:

第一,硬盘、控制芯片种类少。只有希捷、迈拓以及富士通等为数不多的硬盘厂商推出了 SAS 接口硬盘,品种太少,其他厂商的 SAS 硬盘多数处在产品内部测试阶段。此外周边的 SAS 控制器芯片和一些 SAS 转接卡的种类更是不多,多数集中在 LSI 以及 Adaptec 公司中。

第二,硬盘价格太贵。比起同容量的 Ultra 320SCSI 硬盘,SAS 硬盘要贵了一倍还多。一直居高不下的价格直接影响了用户的采购数量和渠道的消化数量,无法形成大批量生产,其成本的压力又会反过来促使价格无法下降。如果用户想要做个简单的快速级别,那么不仅需要购买多块 SAS 硬盘,还要购买昂贵的 RAID 卡,价格基本上和硬盘相当。

第三,实际传输速度变化不大。SAS 硬盘的接口速度并不代表数据传输速度,受到硬盘机械结构限制,现在 SAS 硬盘的机械结构和 SCSI 硬盘几乎一样。目前数据传输的瓶颈集中在由硬盘内部机械机构和硬盘存储技术、磁盘转速所决定的硬盘内部数据传输速度,也就是 80MB/s 左右,SAS 硬盘的性能提升不明显。

第四,用户追求成熟、稳定的产品。从现在已经推出的产品来看,SAS 硬盘更多的被应用在高端 4 路服务器上,而 4 路以上服务器用户并非一味追求高速度的硬盘接口技术,最吸引他们的应该是成熟、稳定的硬件产品,虽然 SAS 接口服务器和 SCSI 接口产品在速度、稳定性上差不多,但目前的技术和产品都还不够成熟。

不过随着众多硬盘制造商以及众多的服务器制造商的大力推动,SAS 的相关产品技术会逐步成熟,价格也会逐步滑落,将来会成为多媒体硬盘、服务器



硬盘的主流接口。

### 3. 硬盘技术指标

#### (1) 容量

硬盘的容量是以 MB (兆) 和 GB (千兆) 为单位的, 早期的硬盘容量低下, 大多以 MB (兆) 为单位, 1956 年 9 月 IBM 公司制造的世界上第一台磁盘存储系统只有 5MB, 由于硬盘技术飞速的发展, 数百 GB 容量的硬盘也可以进入到家庭用户的手中。硬盘的容量有 40GB、60GB、80GB、100GB、120GB、160GB、200GB、500GB, 硬盘技术还在继续向前发展, 更大容量的硬盘还将不断推出。

#### (2) 单碟容量

单碟容量 (storage per disk), 是硬盘相当重要的参数之一, 一定程度上决定着硬盘的档次高低。硬盘是由多个存储碟片组合而成的, 而单碟容量就是一个存储碟所能存储的最大数据量。硬盘厂商在增加硬盘容量时, 可以通过两种手段: 一个是增加存储碟片的数量, 但受到硬盘整体体积和生产成本的限制, 碟片数量都受到限制, 一般都在 5 片以内; 而另一个办法就是增加单碟容量。

硬盘单碟容量的增加不仅仅可以带来硬盘总容量的提升, 而且也有利于生产成本的控制, 提高硬盘工作的稳定性。单碟容量的增加意味着厂商要在同样大小的盘片上建立更多的磁道数 (数据存储在盘片的磁道中), 虽然这在技术难度上对厂商要求很高, 但盘片磁道密度 (单位面积上的磁道数) 提高, 代表着数据密度的提高, 这样在硬盘工作时盘片每转动一周, 磁头所能读出的数据就越多, 所以在相同转速的情况下, 硬盘单碟容量越大其内部数据传输速率就越快。另外单碟容量的提高使单位面积上的磁道条数有所提高, 这样硬盘寻道时间会有所下降。单碟容量的增加也能在一定程度上节省产品成本, 举个例子来说, 同样的 120GB 的硬盘, 如果采用单碟容量 40GB 的盘片, 那么将要有三张盘片和六个磁头; 而采用单碟容量 80GB 的盘片, 那么只需要两张盘片和三个磁头 (盘片正反两面都可以存储数据, 一面需要一个磁头), 这样就能在尽可能节省更多的成本的条件下提高硬盘的总容量。单碟容量的增加也对磁头提出了更高的要求。

#### (3) 盘片数

盘片是硬盘中承载数据存储的介质, 硬盘是由多个盘片叠加在一起, 互相之间由垫圈隔开。硬盘盘片是以坚固耐用的材料为盘基, 其上附着磁性物质, 表面被加工的相当平滑。因为盘片在硬盘内部高速旋转 (有 5 400 转、7 200 转、10 000 转, 甚至 15 000 转), 因此制作盘片的材料硬度和耐磨性要求很高, 所以一般采用合金材料, 多数为铝合金。



由于盘片上的记录密度巨大,且盘片工作时高速旋转,为保证其工作的稳定、数据的长久保存,盘片都是密封在硬盘内部。值得注意的是,普通环境下空气中的灰尘,会对硬盘造成永久伤害,所以不可自行拆卸硬盘,更不能用器械或手指碰触盘片。

#### (4) 磁头数

硬盘磁头是硬盘读取数据的关键部件,它的主要作用就是将存储在硬盘盘片上的磁信息转化为电信号向外传输,磁头的好坏在很大程度上决定着硬盘盘片的存储密度。目前比较常用的是 GMR (Giant Magneto Resistive) 巨磁阻磁头, GMR 磁头使用了磁阻效应更好的材料和多层薄膜结构,这比以前的传统磁头和 MR (Magneto Resistive) 磁阻磁头更为敏感,相对的磁场变化能引起来大的电阻值变化,从而实现更高的存储密度。

磁头是硬盘中对盘片进行读写工作的工具,是硬盘中最精密的部位之一。磁头是用线圈缠绕在磁芯上制成的。硬盘在工作时,磁头通过感应旋转的盘片上磁场的变化来读取数据;通过改变盘片上的磁场来写入数据。为避免磁头和盘片的磨损,在工作状态时,磁头悬浮在高速转动的盘片上方,而不与盘片直接接触,只有在电源关闭之后,磁头会自动回到在盘片上的固定位置(称为着陆区,此处盘片并不存储数据,是盘片的起始位置)。

由于磁头工作的性质,对其磁感应敏感度和精密度的要求都非常高。早先的磁头采用铁磁性物质,在磁感应敏感度上不是很理想,因此早期的硬盘单碟容量都比较低,单碟容量大则碟片上磁道密度大,磁头感应程度不够,就无法准确读出数据。这就造成早期的硬盘容量都有限。随着技术的发展,磁头在磁感应敏感度和精密度方面都有了长足的进步。

磁头的种类大致有以下 3 种:

薄膜感应 (Thin Film Inductive, 简称 TFI) 磁头: TFI 在 1990 年至 1995 年间,硬盘采用 TFI 读/写技术。TFI 磁头实际上是绕线的磁芯。盘片在绕线的磁芯下通过时会在磁头上产生感应电压。TFI 磁头之所以会达到它的能力极限,是因为在提高磁灵敏度的同时,它的写能力却减弱了。

各向异性磁阻 (Anisotropic Magneto Resistive, 简称 AMR) 磁头: 希捷公司推出了使用 AMR 磁头的硬盘。AMR 磁头使用 TFI 磁头来完成写操作,但用薄条的磁性材料作为读元件。在有磁场存在的情况下,薄条的电阻会随磁场而变化,进而产生很强的信号。硬盘译解由于磁场极性变化而引起薄条电阻变化,提高了读灵敏度。AMR 磁头进一步提高了面密度,而且减少了元器件数量。由于 AMR 薄膜的电阻变化量有一定的限度,AMR 技术最大可以支持 3.3GB/平方英寸的记录密度,所以 AMR 磁头的灵敏度也存在极限。这导致了



GMR 磁头的研发。

巨磁阻 (Giant Magneto Resistive, 简称 GMR): GMR 磁头继承了 TFI 磁头和 AMR 磁头中采用的读/写技术。但它的读磁头对于磁盘上的磁性变化表现出更高的灵敏度。GMR 磁头是由 4 层导电材料和磁性材料薄膜构成的: 一个传感层、一个非导电中介层、一个磁性的栓层和一个交换层。GMR 传感器的灵敏度比 AMR 磁头大 3 倍, 所以能够提高盘片的密度和性能。

#### (5) 内部数据传输率

内部数据传输率 (Internal Transfer Rate) 是指硬盘磁头与缓存之间的数据传输率, 简单的说就是硬盘将数据从盘片上读取出来, 然后存储在缓存内的速度。内部传输率可以明确表现出硬盘的读写速度, 它的高低是评价一个硬盘整体性能的决定性因素, 它是衡量硬盘性能的真正标准。有效地提高硬盘的内部传输率才能对磁盘系统的性能有最直接、最明显的提升。目前各硬盘生产厂家努力提高硬盘的内部传输率, 除了改进信号处理技术、提高转速以外, 最主要的就是不断的提高单碟容量以提高线性密度。由于单碟容量越大的硬盘线性密度越高, 磁头的寻道频率与移动距离可以相应的减少, 从而减少了平均寻道时间, 内部传输速率也就提高了。虽然硬盘技术发展的很快, 但内部数据传输率还是在一个比较低 (相对) 的层次上, 内部数据传输率低已经成为硬盘性能的最大瓶颈。目前主流的家用户级硬盘, 内部数据传输率基本还停留在 70 ~ 90MB/s 左右, 而且在连续工作时, 这个数据会降到更低。

数据传输率的单位一般采用 MB/s 或 Mbit/s, MB/s 的含义是兆字节每秒, Mbit/s 的含义是兆比特每秒, 前者是指每秒传输的字节数量, 后者是指每秒传输的比特位数。MB/s 中的 B 字母是 Byte 的含义。

#### (6) 外部数据传输率

外部数据传输率 (External Transfer Rate), 一般也称为突发数据传输率或接口传输率。是指硬盘缓存和电脑系统之间的数据传输率, 也就是计算机通过硬盘接口从缓存中将数据读出交给相应控制器的速率。平常硬盘所采用的 ATA66、ATA100、ATA133 等接口, 就是以硬盘的理论最大外部数据传输率来表示的。ATA100 中的 100 就代表着这块硬盘的外部数据传输率理论最大值是 100MB/s; ATA133 则代表外部数据传输率理论最大值是 133MB/s; SATA1.0 接口的硬盘外部理论数据最大传输率可达 150MB/s, 而 SATAII 接口的硬盘外部理论数据最大传输率可达 300MB/s。这些只是硬盘理论上最大的外部数据传输率, 在实际的日常工作中是无法达到这个数值的, 而是更多的取决于内部数据传输率。

#### (7) 缓存

缓存 (Cache memory) 是硬盘控制器上的一块内存芯片, 具有极快的存取



速度，它是硬盘内部存储和外界接口之间的缓冲器。由于硬盘的内部数据传输速度和外界介面传输速度不同，缓存在其中起到一个缓冲的作用。缓存的大小与速度是直接关系到硬盘传输速度的重要因素，对提高硬盘整体性能有很大影响。当硬盘存取零碎数据时需要不断地在硬盘与内存之间交换数据，如果有大缓存，则可以将那些零碎数据暂存在缓存中，减小外系统的负荷，也提高了数据的传输速度。

硬盘的缓存主要起三种作用：一是预读取。当硬盘受到 CPU 指令控制开始读取数据时，硬盘上的控制芯片会控制磁头把正在读取的簇的下一个或者几个簇中的数据读到缓存中（由于硬盘上数据存储时是比较连续的，所以读取命中率较高），当需要读取下一个或者几个簇中的数据的时候，硬盘则不需要再次读取数据，直接把缓存中的数据传输到内存中就可以了，由于缓存的速度远远高于磁头读写的速度，所以能够达到明显改善性能的目的。二是对写入动作进行缓存。当硬盘接到写入数据的指令之后，并不会马上将数据写入到盘片上，而是先暂时存储在缓存里，然后发送一个“数据已写入”的信号给系统，这时系统就会认为数据已经写入，并继续执行下面的工作，而硬盘则在空闲（不进行读取或写入的时候）时再将缓存中的数据写入到盘片上。虽然这样对于写入数据的性能有一定提升，但也带来了安全隐患——如果数据还在缓存里的时候突然掉电，那么这些数据就会丢失。对于这个问题，硬盘厂商们自然也有解决办法：掉电时，磁头会借助惯性将缓存中的数据写入零磁道以外的暂存区域，等到下次启动时再将这些数据写入目的地。第三个作用就是临时存储最近访问过的数据。有时候，某些数据是会经常需要访问的，硬盘内部的缓存会将读取比较频繁的一些数据存储存在缓存中，再次读取时就可以直接从缓存中直接传输。

#### （8）转速

转速（Rotational Speed），是硬盘内电机主轴的旋转速度，也就是硬盘盘片在一分钟内所能完成的最大转数。转速的快慢是标示硬盘档次的重要参数之一，它是决定硬盘内部传输率的关键因素之一，在很大程度上直接影响到硬盘的速度。硬盘的转速越快，硬盘寻找文件的速度也就越快，硬盘的相对传输速度也就得到了提高。硬盘转速以每分钟多少转来表示，单位表示为 RPM，RPM 是 Revolutions Per minute 的缩写，是 r/min。RPM 值越大，内部传输率就越快，访问时间就越短，硬盘的整体性能也就越好。硬盘的主轴马达带动盘片高速旋转，产生浮力使磁头飘浮在盘片上方。要将所要存取资料的扇区带到磁头下方，转速越快，则等待时间也就越短。因此转速在很大程度上决定了硬盘的速度。



转速是随着硬盘电机的提高而改变的, 现在液态轴承马达 (Fluid dynamic bearing motors) 已全面代替了传统的滚珠轴承马达。液态轴承马达通常是应用于精密机械工业上, 它使用的是黏膜液油轴承, 以油膜代替滚珠。这样可以避免金属面的直接摩擦, 将噪声及温度减至最低。同时油膜可有效吸收震动, 使抗震能力得到提高。它还可减少磨损, 提高寿命。

### (9) 平均寻道时间

平均寻道时间的英文拼写是 Average Seek Time, 它是了解硬盘性能至关重要的参数之一。它是指硬盘在接收到系统指令后, 磁头从开始移动到移动至数据所在的磁道所花费时间的平均值, 它一定程度上体现硬盘读取数据的能力, 是影响硬盘内部数据传输率的重要参数, 单位为毫秒 (ms)。

平均寻道时间实际上是由转速、单碟容量等多个因素综合决定的一个参数。一般来说, 硬盘的转速越高, 其平均寻道时间就越低。单碟容量越大, 其平均寻道时间就越低。当单碟片容量增大时, 磁头的寻道动作和移动距离减少, 从而使平均寻道时间减少, 加快硬盘读取速度。

在硬盘上数据是分磁道、分簇存储的, 经常的读写操作后, 往往数据并不是连续排列在同一磁道上, 所以磁头在读取数据时往往需要在磁道之间反复移动, 因此平均寻道时间在数据传输中起着十分重要的作用。在读写大量的小文件时, 平均寻道时间也起着至关重要的作用。在读写大文件或连续存储的大量数据时, 平均寻道时间的优势则得不到体现, 此时单碟容量的大小、转速、缓存就是较为重要的因素。

## (二) 可移动存储介质

可移动存储介质按存储量的大小分为两种: 一是小存储量和用于暂存数据的数字设备存储卡; 二是用于大量存储的光盘。

### 1. 小容量存储介质

这里的小容量是相对于大硬盘和光盘的, 包括移动硬盘、数字设备的 CF 卡、SD 卡、MMC 卡、SM 卡、记忆棒 (Memory Stick)、小硬盘、XD 卡、SDHC 卡等。

移动硬盘一般是由 IDE 转 USB 设备和笔记本硬盘构成的, 存储介质跟我们上述所说的固定硬盘一样, 只不过多了一个 IDE 转 USB 设备, 在这不作赘述。

CF 卡即 Compact Flash, 一种袖珍闪存卡 (尺寸为 43mm × 36mm × 3.3mm), 存储文件的速度比较快、存储容量适中, 能耗低, 在中、高档数字照相机上应用比较多。CF 存储卡的部分结构采用强化玻璃及金属外壳, CF 存



储卡采用 Standard ATA/IDE 接口界面, 配备有专门的 PCM - CIA 适配器 (转接卡), 笔记本电脑的用户可直接在 PCMCIA 插槽上使用, 使数据很容易在数码相机与电脑之间传递。目前最高容量可以达到 8G。

SD 卡即 Secure Digital Card, 由松下、东芝和 SanDisk 联合推出, 1999 年 8 月首次发布。于 2000 年 2 月 1 日发起成立了 SD 协会 (Secure Digital Association 简称 SDA), 成员公司已经超过 90 个, 阵容强大, 其中包括 IBM, Microsoft, Motorola, NEC、Samsung 等。SD 卡数据传送和物理规范由 MMC 发展而来, 大小和 MMC 差不多, 尺寸为  $32\text{mm} \times 24\text{mm} \times 2.1\text{mm}$ 。长宽和 MMC 一样, 只是厚了  $0.7\text{mm}$ , 以容纳更大容量的存贮单元。SD 卡与 MMC 卡保持着向上兼容, 也就是说, MMC 可以被新的 SD 设备存取, 兼容性则取决于应用软件, 但 SD 卡却不可以被 MMC 设备存取。SD 接口除了保留 MMC 的 7 针外, 还在两边加多了 2 针, 作为数据线。采用了 NAND 型 Flash Memory, 基本上和 SmartMedia 的一样, 平均数据传输率能达到  $2\text{MB/s}$ 。MINI - SD 卡是目前主流的 SD 卡, 在外形上更加小巧, 随着消费数码产品的功能越来越大, 用户对大容量存储卡的需求也日益增长, 目前的 512M、1GB 等容量已经在逐渐普及, 未来还会成倍往上增长。MINI SD 卡支持平均读写演算法 (wear leveling algorithms), 自动错误更正 (ECC) 等多种功能, 使得 MINI SD 卡在使用寿命上更长, 功耗更低。目前市面上的 MINI SD 卡都支持 MINI SD/SD Card (搭配转接卡) 标准界面, 在原有的 SD 卡设备上使用 MINI SD 卡也非常方便。

MMC 卡即 Multi Media Card。由西门子公司和首推 CF 的 SanDisk 公司于 1997 年推出。1998 年 1 月十四家公司联合成立了 MMC 协会 (Multi Media Card Association 简称 MMCA), 现在已经有 80 多个成员。MMC 的发展目标主要是针对数码影像、音乐、手机、PDA、电子书、玩具等产品, 尺寸有  $32\text{mm} \times 24\text{mm} \times 1.4\text{mm}$ , 重量大约  $1.5\text{g}$ 。MMC 也是把存贮单元和控制器一同做到了卡上, 智能的控制器使得 MMC 保证兼容性和灵活性。MMC 存储卡可以分为 MMC 和 SPI 两种工作模式, MMC 模式是标准的默认模式, 具有 MMC 的全部特性。而 SPI 模式则是 MMC 存储卡可选的第二种模式, 这个模式是 MMC 协议的一个子集, 主要用于只需要小数量的卡 (通常是 1 个) 和低数据传输率 (和 MMC 协议相比) 的系统, 这个模式可以把设计花费减到最小, 但性能就不如 MMC。MMC 被设计作为一种低成本的数据平台和通讯介质, 它的接口设计非常简单: 只有 7 针, 接口成本低于 0.5 美元。在接口中, 电源供应是 3 针, 而数据操作 3 针, 还有 1 针用于选择芯片。MMC 的操作电压为  $2.7 \sim 3.6\text{V}$ , 写/读电流只有  $27\text{mA}$  和  $23\text{mA}$ , 功耗很低。它的读写模式包括流式、多块和单块。最小的数据传送是以块为单位的, 缺省的块大小为 512bytes。



SM (Smart Media) 卡是由东芝公司在 1995 年 11 月发布的 Flash Memory 存贮卡,三星公司在 1996 年购买了生产和销售许可,这两家公司成为主要的 SM 卡厂商。为了推动 SmartMedia 成为工业标准,1996 年 4 月成立了 SSFDC 论坛 (Solid State Floppy Disk Card)。SM 卡的尺寸为  $37\text{mm} \times 45\text{mm} \times 0.76\text{mm}$ ,由于 SM 卡本身没有控制电路,而且由塑胶制成(被分成了许多薄片),因此 SM 卡的体积小,非常轻薄,在 2002 年以前被广泛应用于数码产品当中,比如奥林巴斯的老款数码相机以及富士的老款数码相机多采用 SM 存储卡。但由于 SM 卡的控制电路是集成在数码产品当中(比如数码相机),这使得数码相机的兼容性容易受到影响。目前新推出的数码相机中很少有采用 SM 存储卡的产品了。

记忆棒 (Memory Stick) 外形轻巧,并拥有全面多元化的功能。它有较强的兼容性和新提出的“通用储存媒体”(Universal Media)概念,为未来高科技个人电脑、电视、电话、数码照相机、摄像机和便携式个人视听器材提供新一代更高速、更大容量的数字信息储存、交换媒体。PC 卡转换器、3.5 英寸软盘转换器、并行出口转换器和 USB 读写器等附件使得记忆棒可实现与 PC 及苹果机的连接。为了获取更大的容量和更高的速度,索尼和 Sandisk 公司共同开发了新的记忆棒 PRO,外型体积较记忆棒均没有变化,但是可以实现 8GB 的容量,老式设备将不能使用这种新型的记忆棒 PRO,不过现在生产的有记忆棒 PRO 插槽的数码产品可以向下兼容。记忆棒 PRO 除串行传送之外,还支持并行传送,以实现多种数据的同时传递与接收。在平行传送模式中,数据以大于 160Mbps (理论值)的速度传送,使实时记录 DVD 质量的动态图像成为可能。

MICRODRIVE 是美国 IBM 公司推出的大容量存储介质,中文名称叫微型硬盘。由于数码相机缺少大容量的存储介质,曾一度阻碍了数码相机的发展,IBM 公司结合自己在硬盘制造方面的优势,推出了与 CF 卡 II 型接口一致的微型硬盘,刚推出时容量便高达 340MB,经过一年多的发展,容量已达到 1G,使数码相机以 AVI 格式拍摄动态影像时不必再用秒计算了。从理论上讲,只要支持 CF 卡 II 型接口的数码相机都支持微型硬盘,但有些机型如爱普生 PC-3000 虽然采用 II 型接口,却不支持微型硬盘。目前支持微型硬盘的数码相机有卡西欧 QV3000EX、佳能 PoWERShot S20、G1 等机型。

XD 卡是由日本奥林巴斯株式会社和富士有限公司联合推出的一种新型存储卡,有紧凑的外形,只外观尺寸为  $20\text{mm} \times 25\text{mm} \times 1.7\text{mm}$ ,重量为 2g 重。

XD 卡采用单面 18 针接口,理论上图像存储容量最高可达 8GB,2004 年富士与奥林巴斯联合推出了存储容量最高达 1GB 的 XD 卡。而且其读写速度也



更高, (读取速率为 5MB/s, 写入速率为 3MB/s 左右) 可以满足大数据量写入, 功耗也更低, XD - Picture 存储卡可以同时用于个人电脑适配卡和 USB 读卡机, 使之容易与个人电脑连接, 它还可配合 Compact Flash 转接适配器, 并允许在数码相机里作为 Compact Flash 卡存储介质使用。

SDHC 卡是 “High Capacity SD Memory Card” 的缩写, 即 “高容量 SD 存储卡”。2006 年 5 月 SD 协会发布了最新版的 SD 2.0 的系统规范, 在其中规定 SDHC 是符合新的规范且容量大于 2GB 小于等于 32GB 的 SD 卡。SDHC 最大的特点就是高容量 (2 ~ 32GB)。另外, SD 协会规定 SDHC 必须采用 FAT32 文件系统, 这是因为之前在 SD 卡中使用的 FAT16 文件系统所支持的最大容量为 2GB, 并不能满足 SDHC 的要求。由于 SDHC 采用与 SD1.1 规范不同的寻址方式, 所以不兼容 SD 2.0 规范确立之前生产的某些旧版本 SD 设备, 只有新的符合 SD2.0 规范的 SD 设备才能使用 SDHC。如果 SDHC 插入某些旧版本的 SD 设备, 出于对卡内数据资料进行保护的目, 将不会被此类设备所识别。

## 2. 光盘

常用的光存储器件有两大类: 一类是 CD - ROM (Compact Disc - Read Only Memory) 只读式光盘, 其技术来源于激光唱盘, 形状也类似于激光唱盘, 能够存储 650MB 左右的数据, 用户只能从 CD - ROM 盘上读取信息, 不能往盘中写入信息。另一类是磁光存储器, 又称可重写存储器, 它可以像硬磁盘和软磁盘一样, 读出、写入数据。这两类存储器均采用可卸盘片的结构。

光盘主要有只读型光盘、一次写光盘、可重写光盘。只读型光盘包括 LV、CD - ROM 等, CD - ROM 光盘主要用于存储和分发不需要更改的数据、文本、声音和图像。一次写光盘 (WORM) 可一次写入, 任意多次读出, 与 CD - ROM 相比, 具有用户自己确定记录内容的优点。可重写光盘 (E - R/W, Rewritable 或 Erasable) 像硬盘一样可任意读写数据, 它分为磁光型 (MO) 和相变型 (PC) 两种。

### (1) 光盘的 ISO 标准

光盘的数据格式在国际标准化组织 (ISO) 标准中作了详细规定。ISO 标准包括数据格式、编码方法、物理尺寸以及 CD 技术等多方面的说明。而记载各种光盘数据格式的规范文本的封面都被赋予一种颜色加以区别, 人们也习惯把光盘的标准以其文本的封面颜色来划分。

红皮书 (Red Book): 红皮书是 CD 标准的第一个文本, 是一种用于 CD 音乐的规范。发表于 1981 年, 它描述了 CD - DA 的信息、编码格式, 遵循该标准的光盘能在任意激光唱片机中播放。其采样频率为 44.1kHz, 每个样本为 16b, 它还定义了 CD 的尺寸、物理特性、编码、错误校正方法等。





黄皮书 (Yellow Book): CD-ROM 的开发人员在 1985 年提出了“High Sierra 标准”, 1988 年在此基础上作修改, 于 1989 年发表 ISO 9660 标准, 这就是常说的黄皮书。ISO 9660 标准规定了 CD-ROM 的基本数据格式, 是 Red Book 标准的扩充, 它能存放计算机用的数据。黄皮书又可细分为 Mode1 和 Mode2 两组标准。Mode1 包括 ISO 9660 和 HFS (分层文件系统, 专为苹果系统); Mode2 为 CD-ROM XA (扩展结构)。CD-ROM XA 提供了声音压缩和声音质量水平的选择。1991 年又指定了 ISO 9660 II。

绿皮书 (Green Book): 绿皮书是 1987 年制定的交互式光盘 CD-I (CD-Interactive) 的标准, 是用于家庭娱乐的交互式 CD 的专用格式。它把高质量的声音、文字、动画、图形及静止的图像都以数字形式存放于 CD-ROM 盘上, 并实现了交互式操作。

橙皮书 (Orange Book): 橙皮书是 Yellow Book 的扩展, 于 1989 年发表, 它在黄皮书的基础上增加了可写入的各种 CD 的格斯标准, 包括可写光盘、盒式光磁系统盒柯达光电 CD 的标准。Orange Book 允许多段写入, 并在 Orange Book Part II 中描述了刻录 CD-R 盘的条件。

蓝皮书 (Blue Book): 蓝皮书是 1985 年制定的 CD-WORM (Write Once/Read Many) 标准, 是一种一次写入, 多次读出的光盘, 从而弥补了光盘不能写入用户信息的缺陷。由于这个规范与作为 CD 逻辑格式基本出发点的红皮书完全不兼容, 因此没有得到推广, 代替它而产生的标准是橙皮书的第二部分 Part II, 它与红皮书的逻辑格式完全兼容, 成为 CD-R 的基准。

白皮书 (White Book): 该标准是 1992 年制定的, 其技术从绿皮书 (Green Book) 演化而来, 它采用了 CD-ROM XA 格式, 主要应用于全动态 MPEG 音频视频信息的存储。目前采用这种格式。

CD-ROM XA 规范于 1988 年制定, 允许数据和音频视频信号交替地在盘上放置, 使用这种格式便于开发人员制作丰富多彩的多媒体节目。1991 年又制定了 CD-ROM XA II 规范, 它对应于 ISO 9660 II。

CD-DV 规范 (Digital Vision) 是 1992 年 PHILIPS、SONY 和 JVC 按黄皮书制定的规范, 具有全动态数字画面, 可播放 Photo-CD。

## (2) 光盘系统的技术指标

与光盘系统有关的技术指标包括尺寸、容量、平均存取时间、数据传输率、接口标准和格式标准等。

- 尺寸: 光盘的尺寸多种多样, LV 的直径为 12in (1in = 25mm), CD 激光唱盘、CD-ROM 为 4.72in, WORM 一次写光盘为 14.12in 和 5.25in, 可擦写光盘向小尺寸方向发展, 主要尺寸为 5.25in 和 3.5in。





- 容量：光盘的容量分为格式化容量和用户容量两个概念。

格式化容量是指按某种光盘标准进行格式化后的容量，采用不同的光盘标准就有不同的存储格式，容量也不同。如果改变每个扇区的字节数，或采用不同的驱动程序，都会使格式化容量有较大的差别。例如，SONY 的 SMO - D501 光盘，若格式化使每个扇区为 1 024 字节时，格式化容量是 325MB，而采用每扇区为 512B 时，格式化容量只有 297MB。

用户容量是指盘片格式化后允许对盘片执行读写操作的容量，由于格式本身、校正、检索等需要占用一定的容量空间，因此，用户容量比格式容量小。

CD - ROM 盘的容量为 550MB 和 680MB，目前正在研究一种晶片存储技术，它可以把文字、声音、图像信息作数字化编码，在一个固定晶片的整个厚度上存储信息，使容量的利用率更高。此外，还出现了全息存储技术。采用全息存储技术可大大提高激光光盘信息的存储量。

- 平均存取时间、平均寻道时间、平均等待时间：平均存取时间是指从计算机向光盘驱动器发出命令开始，到光盘驱动器在光盘上找到需读/写的信息的位置，可以接受读/写命令为止的一段时间。而光学头沿半径移动全程 1/3 长度所需的时间为平均寻道时间。盘片旋转一周的一半时间为平均等待时间。把平均寻道时间、平均等待时间、读/写光学头稳定时间三者相加，得到的就是平均存取时间。

- 数据传输率：数据传输率因观察角度和使用范围不同而有多种不同的概念。一般所称的数据传输率，是指单位时间内从光盘驱动器送出的数据比特数。该数值与光盘转速、存储密度有关。光盘在实现了可重写功能之后，当前的光盘技术研究主要是围绕提高数据传输率、缩短平均存取时间而开展工作。对于 CD - ROM，其数据传输率已从初期的 150kB/s 提高到 15 000kB/s。数据传输率也指控制器与主机之间的传输率。它与接口规范、控制器内的缓冲器大小有关。SCSI 接口的同步传输率为 4MB/s，异步传输率为 1.5kB/s。

光盘驱动器或控制器中都包含了一个 64kB、256kB 或 512kB 的缓冲存储器。为了提高数据传输率，读数据过程中先把数据存入缓冲器，然后集中传送，另一方面，如果下次读的是同一内容，就不必从光盘上读取，而直接把缓冲器中的数据传送主机，这种传输率成为突发传输率。

- 误码率：采用复杂的纠错编码可以使误码率降低，如果光盘存储的是数字或程序，对误码率的要求就高；如果存储的是图像或声音数据，对误码率的要求就低。CD - ROM 要求的误码率为  $10^{-12} \sim 10^{-16}$ 。

- 平均无故障时间：CD - ROM 的平均无故障时间 MTBF (mean time between failures) 要求达 2 500h。



### (3) LV 和 CD - DA 光盘的原理

LV (Laser Vision) 光盘是激光视盘的一种, 直径通常是 12in (30cm), 两面都可以记录信号, 一片双面 LV 光盘可播放 2 个小时。记录在 LV 光盘的电视信号是模拟信号, 而不是数字信号。视盘上除了存放视频信号以外, 还有两个光道用于存放双声道音频信号, 激光束读取视盘上信息方向是从内圈向外读的。模拟电视图像信号和模拟声音信号都是经过 FM (Frequency Modulation) 视频调制、线型叠加, 然后进行限幅放大, 限幅后的信号以  $0.5\mu\text{m}$  宽的凹坑长短来表示。LV 光盘存储模拟电视图像信号是以电视帧为基础, 每帧由两个交叉扫描场组成, 每场的开头有一段垂直消隐时间, 用于存储命令代码, 以便计算机控制。

LV 激光视盘有两种类型, 一种是恒线速盘 CLV (constant linear velocity); 另一种是恒角速盘 CAV (constant angular velocity)。

恒线速盘以线速为常数的方式读取视频和音频数据, 盘片的旋转速度与读出光学头所处的半径成反比, 读出光学头离盘片中心越远、旋转的角速度越低, 读中心光道时的转速为  $1800\text{r/min}$ , 读至外圈光道时的转速为  $600\text{r/min}$ 。每个扇区之间没有间隙, 以紧凑格式存放数据, 这就充分利用了光盘的存储空间。一片 12in 的 CLV 盘, 每面可记录 60 分钟的电视节目, 可以存储 10.8 万幅单独 NTSC 制图像, 或者 9 万幅 PAL/SECAM 制的图像, CLV 格式每面存储的信息是 CAV 格式的两倍。

恒角速盘是指盘片的旋转角速度不论内圈外圈都保持不变。对于记录 PAL/SECAM 制电视信号的 CAV 盘, 转速为  $1500\text{r/min}$ , 即每秒钟 25 转, 如果盘片每转一圈 ( $360^\circ$  角) 读出一幅图像, 则符合 PAL/SECAM 制电视的播放标准; 对于 NTSC 制电视号的盘, 转速为  $1800\text{r/min}$ , 即每秒钟转 30 转。一片 12in 的 CAV 盘, 每面可记录 30min 的电视节目, 存有 5.4 万幅单独的 NTSC 制图像, 或 4.5 万幅 PAL/SECAM 制图像。CAV 盘的优点是采用类似磁盘的信息格式, 单帧访问、搜索、帧序列的随机访问的功能较强。

CD - DA (Compact disk Audio) 激光唱盘全称是激光数字音频盘, 简称为 CD 盘, 符合红皮书标准, 直径为 4.72in (120mm), 每片盘能播放 72min 高质量的音乐节目。现在也把 CD 盘的音频信号质量作为一个标准, 称为 CD 质量的声音。声音的质量被分为 4 个档次, 依次为 CD 质量、FM 调频质量、AM (Amplitude Modulation) 质量及电话语音质量, CD 质量是最高档次的质量。

CD - DA 盘与 Laser Vision 盘的一个差别是, CD - DA 盘上记录的信息是数字信号, 而不是模拟信号。数字记录代替模拟记录的优点是, CD - DA 激光唱盘包含了 Philip 公司开发的光盘技术和 Sony 公司开发的错误校正技术, 对

干扰和噪声不敏感,而且可以校正由盘本身的缺陷、划伤或玷污而引起的错误。

CD-DA 记录音响信号的方法是首先把模拟的音响信号进行 PCM (脉冲编码调制) 数字化处理,再经过 EFM (8 到 14 位调制) 编码之后记录到盘上。光盘上每个凹坑的长度和每个非凹坑的长度是  $0.3\mu\text{m}$  的整数倍,最长不超过  $11T$  ( $T$  为周期),而最短不小于  $3T$ 。这与 LV 盘也不相同。LV 盘上的凹坑和非凹坑长度则没有这种限制,它只受调频信号周期的限制,它们的长短反映的是调频信号的周期。在 CD 盘上,凹坑的端部(正沿和负沿)代表二进制数中的 1,而凹坑和非凹坑的平坦部分代表 0,0 的个数取决于它们的长度。

#### (4) CD-ROM 光盘的结构和数据存取原理

由于 CD-DA 系统的开发成功,人们开始注意到,可以利用 CD-DA 作为计算机的大容量只读存储器,CD-ROM 就是在这个基础上研制出来的。CD-ROM 盘具有以下特点:

第一,它是单面只读光盘,因为作一个双面盘的成本比做两片单面盘的成本之和还要高。因此 CD-ROM 盘有一面专门用来印制商标,另一面用来存储数据。

第二,它是大容量存储器,CD-ROM 用来存储文本、计算机程序等数据时,考虑到光盘外圈 5mm 区容易出现缺陷,因此通常按 550MB 的存储空间计算。用来存储声音、视频图像等对误码率要求不高的数据时,可以提供约 650~680MB 存储空间。

第三,它的写入与读出是非对称性的,软盘、硬盘和磁带都可以由用户在同一计算机平台上把信息写入这些磁盘器,写入后也可以在同样的计算机平台上把信息读出,从这个角度看,写入与读出是对称的。但 CD-ROM 盘的写入与读出是非对称性的。计算机平台上处理过的信息不能由用户直接写到 CD-ROM 盘上,需要把这些信息送到专用设备才能把信息存放到盘上。

标准的 CD-ROM 盘片和 CD-DA 盘片一样,它们具有完全相同的尺寸和机电特性。盘片的直径为 4.72in (120mm),中心定位孔直径为 15mm,厚度为 1.2mm,质量约为 14~18g。CD-ROM 盘片的径向截面结构有三层:聚碳酸酯做的透明衬底、铝反射层、漆保护层。

#### ①CD-ROM 的物理格式和逻辑格式:

CD-ROM 的标准是 ISO 9660,该标准的核心思想是把光盘上的数据以数据块的形式来组织,它分几级定义了 CD-ROM 数据结构:逻辑块、逻辑扇区、记录、文件、卷(整个盘)、卷集。

CD-ROM 属于 CLV 盘的类型,CD-ROM 盘的物理格式规定,1 秒钟分

为 75 个数据块，称之为扇区，但由于 CD-ROM 采用恒线速 CLV 方式，每个扇区同等长度，因此扇区的边界不能像磁盘一样，不是两道沿半径扇开的直线，每个扇区都要有地址。这样，盘上的数据就能从几百兆字节的盘空间上迅速找到。为了降低误码率，采用增加一层错误检测和错误校正的方案，错误检测采用循环冗余检测码（CRCC）；错误校正采用里德-索罗蒙码。

CD-ROM 扇区格式的定义分为 Mode1 和 Mode2 两组标准。Mode1 包括 ISO 9660 和 HFS；Mode2 为 CD-ROM XA 扩展结构。

Mode1 主要用于存储软件程序等对误码率要求较高的数据，在每个扇区有 2 352 个字节，开始的 12 个字节作为同步码 SYNC。接下来的 4 个字节作为扇区头，扇区头包括以时、分、秒为地址的 3 个地址字节，1 个 Mode 字节。然后 2048 和一个字节用于存储用户数据，扇区最后的 288 个字节作为纠错码 ECC（Error Correct Code）和检错码 EDC（Error Detect Code），采用 ECC 和 EDC 码后，可将误码率从从  $10^{-9}$  降低道  $10^{-12}$  以下，满足文字、程序等数据存储的要求。

Mode2 主要用于存储图像、声音等对误码率要求不高的数据，在这种格式中没有 ECC 和 EDC 码。

#### ②CD-ROM 的读取原理和数据组织：

CD-ROM 标准使用与 CD-DA 相同规格的盘和光学技术，使用相同的原版盘制作和压制方法。这两种盘的主要差别是数据结构、寻址和纠错能力的不同。

CD-ROM 盘上的光道与软盘、硬盘上的磁道不同。磁盘上的磁道是同心环，而 CD-ROM 上的光道是螺旋线形光道，CD-ROM 盘的道密度为 16000TPI（Tracks Per Inch），它远高于软盘（135TPI）和硬盘（几百个 TPI）的道密度。相邻螺旋形光道之间的距离为  $1.6\mu\text{m}$ ，光道宽度约为  $0.5 \sim 0.6\mu\text{m}$ ，光道上的凹坑和非凹坑长度限制在  $3 \sim 11T$ （ $T = 0.277\mu\text{m}$ ）之间，光道总长约 5km，光道上的凹坑深度约为  $0.12\mu\text{m}$ ，凹坑总数可多达 8 亿多个。

CD-ROM 盘的光道分为三个区：导入区、信息区和导出区。用户信息存放在信息区。

③CD-ROM 扇区的数据结构：CD-ROM 是在 CD-DA 的基础上发展起来的，所以它的扇区数据结构与 CD-DA 相似。

根据 Nyquist 采样理论，采样频率至少为被采样模拟信号最高频率的 2 倍。用 44.1kHz 的采样频率对立体声进行采样，每次采样对左右声道各取一个 16 位的样本，于是得到 1 秒钟的数据率为：

$$44.1 \times 10^3 \times 2 \times (16 \div 8) = 1764\ 000\text{B/s}$$



由于 1 帧存放 24 个字节, 所以 1 秒钟所需要的帧数为:

$$176\,400\text{B} \cdot \text{s}^{-1} / 24\text{B} = 7\,350 \text{ 帧/s}$$

98 帧构成一个扇区, 所以每秒钟的扇区数为:

$$7\,350 \text{ 帧} \cdot \text{s}^{-1} / 98 \text{ 帧} = 75 \text{ 扇区/s}$$

记录到信息光道上的数字数据要组织成一个个扇区。扇区是 CD-ROM 信息区中的最小可寻址单元。一个扇区由  $98 \times 24 = 2\,352$  个字节组成。

CD-ROM 定义了三种扇区方式, 它们是 Mode0 (扇区方式 0)、Mode1 (扇区方式 1) 和 Mode2 (扇区方式 2)。Mode0 不向用户开放, 在组织光道上的信息时把它作匹配用。

Mode0: 除了 SYNC 和 Header 之外, 其余的 2 336 个字节均为 (00), (00) 表示字节中的内容为 00H。

Mode1: 除了 SYNC、Header 之外, 还划出了 4 个字的存储空间用于存放 EDC 码, 用 2 个字节存储 P 校验码和 104 个字节存储 Q 校验码, P 校验码和 Q 校验合起来成为 ECC。

Mode2: Mode2 与 Mode1 的结构大致相同, 但用户数据区不再是 (00), 而是用于用户存放数据。

三种扇区的共同点: 每种扇区都由 2 352 个字节组成; 每种扇区都有相同的 SYNC (同步头), 同步头共由 12 个字节组成; 每种扇区都有相同的 Header (扇区头), Header 又称首标。首标由 4 个字节组成, 其中 3 个是扇区地址, 一个是方式字节。它们的结构都相同; 每种扇区都有用户数据区 ECC 码。

扇区地址用“分: 秒: 扇区号”。CD-ROM 的扇区地址与软盘、硬盘和可重写光盘地址不同。磁盘和可重写光盘目前采用的是 CAV 运行方式, 磁道和光道是同心环, 采用面号、道号、扇区号作地址; 而 CD-ROM 盘采用 CLV 运行方式, 它的光道是螺旋形的, 所以 CD-ROM 的寻址与同心环磁道或光道的寻址方法不同, CD-ROM 不是采用“道号: 扇区号”这种编址方法, 而是采用时间作地址, 即分: 秒: 扇区号。其中:

MINUTE (分): 0 ~ 59 (或更大一些)

SECOND (秒): 0 ~ 56

FRAC (分数秒, 即扇区号), 0 ~ 74, 单位 (1/75) s

(5) 可重写光盘

可重写光盘主要有磁光型可重写光盘 MO (Magnetic Optical) 和相变型 PC (Phase Change) 光盘两大类。光盘的写过程和擦过程是一个逆过程, 写过程是使光介质发生改变, 而擦过程则是恢复光介质原来的性质。

从光盘驱动器在读、擦、写过程看激光束的能量状况, 读过程激光束发出



的能量较小, 只有  $1 \sim 2\text{mW}$ , 而擦写过程激光束所发出的能量较大, 一般为  $8 \sim 20\text{mW}$ , 对于  $1\mu\text{m}$  直径的激光束, 只需  $15\text{mW}$  的写功率, 其平均能量密度就达  $2 \times 10^{10}\text{W}/\text{m}^2$ , 如此高密度的能量足以改变或破坏盘面介质的性质, 达到擦写的目的。

- 磁光型可重写光盘 (Magnetic Optical) 特点是介质寿命长, 存储速度快。初期的磁光盘要先擦后写, 即先转一圈抹去原来的数据, 再转第二圈写入新数据, 第三圈进行校验。但目前已开发出可直接重写的磁光盘驱动器, 它采用双光学头三束技术, 使之在转一圈内完成擦除、写入、读出校验三个工作。

磁光型光盘的读写方式分为磁场调制和激光调制两种。磁场调制方式是在恒定功率激光照射下, 介质的温度升至居里温度或补偿温度, 光学头中磁场线圈的调制信号使磁场反向磁化, 在写入激光束很快离开聚焦后产生某一方向的磁化区域。磁光盘写操作的方法有两种, 一种是居里点记录, 一种是补偿点记录。磁光存储器所用的介质为稀土过滤金属 (Re - Tm) 非晶态合金, 居里点记录使用稀土 - 铁合金膜介质, 补偿点记录使用稀土 - 钴合金膜介质。写数据的简单原理是激光束聚焦于盘片的磁光膜上, 局部高温退磁, 与此同时, 盘的另一面有一电磁线圈, 令该点重新磁化, 记录新数据。信息的擦除过程与写入方法相同, 它把磁化方向又反过来。激光调制方式是在恒定磁场作用下, 通过调制激光脉冲信号来改写数据。磁光存储器信息的读出是利用磁光克尔效应通过检测记录单元的磁化方向来实现的。

- 可重写相变型光盘的晶转变速度较慢, 存取时间长。而相变技术提供了可直接写入新数据的读写光存储技术。它是利用激光束照射介质材料, 使之发生非晶态 - 晶态 - 非晶态的转变, 来实现信息的记录和擦除的。它的关键是相变材料, 要求具有单光束重写、多次重写和稳定性能好的要求。目前, 单光束相变光盘已实用化,  $680\text{nm}$  的光学头,  $1.2\mu\text{m}$  宽, 密度比原来提高 2 倍,  $3.5\text{in}$  ( $90\text{mm}$ ) 的相变型光盘的容量为  $600\text{MB}$ 。

相变存储器使用的是利用真空镀膜技术生成的一种特殊薄膜 (相变薄膜), 这种薄膜是一种应用范围很广的半金属物质, 它能以很薄的厚度镀膜在基片上, 形成厚度为  $20 \sim 50\text{nm}$  的有效记录层。相变薄膜所用的化合物主要是碲 (Te)。这些元素具有能呈现非晶态和晶态的特性。用适当功率的激光束可使记录层的某一点在两种状态中转换, 分别对应逻辑 0 和逻辑 1。

为了提高结晶速度、增加重写次数、提高稳定性, 在基本材料中加入了一些其他元素, 如砷 (As)、锑 (Sb)、钛 (Ti)、硒 (Se) 等。形成的化合物有  $\text{TeGeSn}$ 、 $\text{GeSbTe}$  等, 目前正在研究开发超高密度存储材料。相变型光盘是由多层构成的, 包括基片、记录层以及可以加强不同状态反射率对比的其

他层。

相变型光盘的特点是：可实现直接重写；信号电平比磁光型光盘高，信噪比可达 50dB 以上；不需要磁场元件，因而光学头简单，重量轻，易集成化，可提高伺服跟踪精度和数据传输率；可在双面介质上采用单光束直接重写，因此容量大；稳定性能好，信息可保存 10 年以上；传输速率受晶相转变速度的影响，因结晶速度慢故需要较长的抹去时间，而且重写次数有限。

相变光盘的工作原理：利用记录介质的两种稳态之间的互逆相结构的变化来实现信息的擦除和记录。介质的两种稳态是反射率高的结晶态和反射率低的非结晶态，非结晶态又称玻璃态。

相变光盘“写”激光加热记录介质的目的是改变相变记录介质的晶体状态，用结晶态和非结晶态来区分 0 和 1。

写过程需要控制好两个重要的参数：玻璃化温度和熔化温度。玻璃化温度是非结晶态转化为晶态的温度点，当相变薄膜用 8mW 的激光照射时，介质将转变为晶态。熔化温度是记录介质熔化的温度，它比晶态温度高，需要更大功率的激光（例如 18mW）。用这样大的功率照射某一点时，可使之变为非结晶状态。因此，某一点用 8mW 的激光时，呈现结晶状态，而用 18mW 的激光时，将呈现非结晶状态。假设要将某一点写为 1（晶态对应 1），当用 8mW 的激光照射这一点时，若它是非结晶状态，那么将变为晶态，如果这一点已经是晶态，它将仍停留在晶态，因为激光的功率没有高到使之熔化。同样，当想要给某一点写入 0，较高功率的激光将把记录介质熔化，无论这一点原先是非晶态还是晶态。因此，相变介质具有直接从非晶态到晶态再到非晶态的能力。

相变型光盘信号的一步读/写技术要求能直接从介质的一种状态转变为另一种状态，对于读过程，重要的是具有区别两种不同的结晶状态的能力。由于晶态和非晶态具有不同的基本光学特性，故它们显示出不同的反射率。相变光盘系统就是利用这个特性，通过测定某一点反射光的强度来检测 0 和 1，来实现信号读取的。

#### （6）大容量可重写光盘新技术

提高存储速度和增大存储容量是可重写光盘发展的主要趋势，可直接重写的新技术能明显提高存储速度，而增大存储容量的主要方法有以下几种：提高位密度、道密度，从而提高面密度；采用更短波长激光作为光源以减少光斑直径，这样既可提高位密度、又可提高道密度；采用区域恒角速度（ZCAV）方式，从而提高面密度；还可以采用高效率的编码方法等新技术。

- 光斑凹缘记录：光盘记录一般是光斑位记录，用一个记录光斑表示一位。如果改为光斑凹缘记录，通过检测光斑的两边缘来提高原记录信息，可大



大提高面密度。光斑凹缘记录的一个光斑可以表示两位信息。可见,记录密度可提高近2倍,如果采用内外圈等位密度技术,又可提高1.5倍,因而可提高3倍以上。例如,5.25in(133mm)的磁光盘的单面容量可达1GB。

- 采用新的激光源:光盘的记录密度主要由激光的波长决定。为了减少道间的距离,以及减少凹坑最小长度,就要求聚焦后的读写光点足够小,因此,须采用波长较短的激光。例如,激光的波长从原来的870nm降到780nm,就使记录密度有了很大提高,据研究,采用波长较短的激光可使记录位密度提高4倍左右。实验中还使用670nm(绿)和530nm(蓝)波长的激光,甚至更短波长的紫色、紫外激光。实现短波长的激光,极有潜力的是以下两种方法:一是II-VI族半导体激光,目前所用半导体激光器一般是GaAlAs系列的III-VI族材料,波长在800nm左右;采用II-VI族的ZnSe半导体材料,激光波长可以小到500nm。但这类在室温下能连续发光的II-VI族短波长激光,现仍在进一步研究之中。二是SHG激光,用二次谐波发生器,使原激光波长倍频,从而用其半波长,这样也可达到缩短激光波长的目的。

不同激光波长和数值孔径(NA)对CD容量的影响如表3.1所示。

表3.1 不同激光波长和NA对CD容量的影响

半导体激光源	波长(μm)	NA	聚集光束(μm)	凹坑宽(μm)	3T长(μm)	道间距(μm)	密度(EFM编码)
红外光	780	0.45	1.0	0.60	0.83	1.60	1x
					0.60	1.20	2x
红光	670	0.45	0.9	0.52	0.52	1.00	2.8x
		0.55	0.7	0.42	0.42	0.84	4x
蓝光	400	0.45	0.5	0.31	0.31	0.62	7.5x
		0.55	0.4	0.25	0.25	0.50	11.5x

- 高分辨率检测技术:采用IRISTER超高分辨检测技术可使记录密度提高近1倍,可只检测激光照射区内部高温部分,即检测中心部分,使检测的光斑尺寸较小,如果采用780nm的激光器,分辨率可以为原来的2倍。

- 近视场光扫描显示技术:美国电报电话公司贝尔研究所开发了近视场光扫描显示技术,将针锥形光纤头靠近磁光盘,使激光照射形成的光点很小,面积只有原来的1/10左右,把记录密度提高到原来的100倍,采用这种方法的磁光盘可以记录17h的高清晰度电视图像信息。

- 半导体激光阵列:采用半导体激光阵列实现多通道同时读写,能有效地减少平均存储时间,实现高速率数据传输。日本电气公司采用8束激光阵列,对光盘进行4道同时读写的技术。在半导体激光阵列的基础上,又出现了一种



“并行光学存储器”技术，它的特点是采用宽光束照射盘面，被存储的信息做并行变址，经读出后对二维探测器阵列成像，把记录位信息转到主机的 RAM 空间。这种并行性可达 10 万通信，采用 100mW 的激光器和 10 万通道并行读出时，读出时间小于 1ms。

- 光盘堆和光盘库技术 (Stacked Optical Disk File): 简称 SOP 技术，它把 5 片 10in (254mm) 的磁光盘装在同一主轴上，每片盘的两面各有一个激光头，共配置 10 个激光头，每个激光头可以独立寻道。采用分离型激光头非球面物镜，激光头的厚度仅 10mm，因此寻道速度提高了许多，若 254mm 的磁光盘以 3 600r/min 的速度旋转，1 个激光头的数据传输率可达 8MB/s，2 个激光头同时传输，则数据传输率达 16MB/s。盘片的单面容量为 3GB，单轴容量为 30GB。

- 多层光盘：该技术可以控制多达 10 层盘片的读取，但它与通常所说的盘库或 Jukebox 不同，多层光盘在层与层之间垫一层很薄的隔离层，用单个光学头读取信息，光学头可移动，从而把激光束的焦点聚焦在不同的层面上，读出各记录层的信息。

- 高灵敏度记录媒体材料：在磁光介质方面，交换耦合的多层磁光膜成了研究的重点。相变光盘用的介质要求擦除时间小于  $1\mu\text{s}$ ，能适合于单光束重写。若采用多层膜，则要求擦除循环次数大于  $10^6$ ，使用 Ge - Sb - Te 系薄膜，最短擦除时间小于 20ns。

- 采用较好的光学元件：透镜和半导体激光器一样，是 CD 驱动器中的一个非常关键的元件，它用于激光束的聚焦和收集从 CD 盘上反射回来的光，它的性能也直接影响 CD 容量的提高。在高密度 CD 驱动器中，需要采用数值孔径 (NA) 较大的透镜，因为它聚焦的能力较强。ODC 公司的专家们提倡把透镜的数值孔径从现在的 0.45 提高到 0.55，这种透镜已经在激光器驱动器中使用；philips 公司则把数值定为 0.52。

此外，为了提高可重写光盘的容量和读出速度，还采用分离式光学头和飞行光学头等多项新技术。

#### (7) CD - R 技术

CD - R 技术已在数据备份、数据交换、数据库分发、档案存储和多媒体出版等领域获得了广泛的应用。CD - R 最大的优点是它的记录成本在各种光盘存储介质中最低。

根据 ISO 9660 规范，在光盘介质上只识别一个导入区和一个导出区，导出区信息读出后，将不再继续读，这样，按照 ISO 9660 规范的普通 CD - ROM 驱动器就只能读取 CD - ROM 盘或一次写完的 CD - R 盘上的数据，而不能读



按 CD-R 规范追加记入的数据。这种只能读第一段数据的驱动器称为 Single session 驱动器。为此,把 ISO 9660 规范再作补充,使驱动器读出信息后,仍然能接下去读下一个导入区,这种驱动器称为支持多段 (Multisession) 驱动器。目前,大多数 CD-ROM 驱动器支持多段规范。

**单段刻录:**它是一种旧的 CD-ROM 标准,它要求存放在一张盘上的所有数据必须一段刻录,而不能分多段刻录。

**单道刻录:**它是一种允许分多段刻录的刻录模式,一张盘每次写一个道。

**整盘刻录:**它是一种单段刻录模式,盘上包含的所有数据一次刻写完毕,如果要将其 CD 盘在冲压车间批量生产,则必须按此模式刻写。

**多段刻录:**制作一张 CD-R 盘可以分多次进行,不必一次将盘写满。它允许在上一次刻录的数据之后继续写数据。但是,作为母盘的数据源的 CD-R 盘,不要采用多端刻录方式。

- **缓存器欠载:**这是指主机输出的数据流速度落后于激光刻写的速度时,CD-R 缓存区中的数据流全部用光后。迫使刻录过程中断的一种常见错误。如果在刻录过程中发生这种错误。则 CD-R 盘将无法使用。造成缓存器欠载的原因有很多种,如主机速度较慢、缓存器容量不足或硬盘读数据中途短暂的停顿等。缓存器越大,出现缓存器欠载错误的机会越小。目前一般 CD-R 的缓存时 1MB。引起缓存器欠载运行错误的原因除了 CD-R 刻录缓存器容量较小和选用的刻录速度较高外,还与硬盘的特性有关,其中主要是硬盘的热校正功能带来的影响。

- **硬盘的热校正功能:**大多数硬盘带有热校正功能,通过该功能可有效地补偿热漂移引起的信号失真,这对数据的可靠存取有好处。热校正是在硬盘工作过程中周期型地进行的,一般约几分钟一次,校准期间硬盘将停止读写操作。如果刻录过程中恰好遇到硬盘自动进行热校正,虽然时间很短,但正好如果缓存器的数据又已经用完,就会出现缓存器欠载运行的错误。

- **增量包刻写:**与 Multisession Photo CD 类似,此方法允许按多段方式写入数据,并在盘满时产生一个目录表。然而,它与 Multisession Photo CD 也有区别,按此方法刻写的盘,只有在完成刻写后,其他的 CD 驱动器才能读取此盘,而在完成刻写之前是不能读取的。

- **直接刻写:**直接将数据从硬盘送到 CD-R 刻录机,而不必先在硬盘上作物理映像文件。按这种方式刻录时,有些刻录机刻出的数据不太可靠,而有些刻录机可能要花较长的时间才能完成。

- **预刻录软件:**它是刻录准备文件,包括将文件转换成符合 ISO 9660 规范的结构,在硬盘上映像 CD-ROM,并将映像送到 CD-R 刻录机。



• 虚拟映像文件：它是存在硬盘上的、将要刻录到 CD-R 上的文件指针集，而不是这些文件的一个物理映像拷贝，通常用于 On-the-fly 刻录模式。

①CD-R 的原理：CD-R 与 CD-ROM 记录数据的方法相同，CD-R 的数据也是记录在一条螺旋轨道上，写入时将数据由内向外刻录在螺旋轨道上。

使用 CD-R 刻录机制作节目盘的原理是：将刻录机的写激光聚焦后，通过 CD-R 空白盘的聚碳酸酯层照射到有机染料的表面上，利用激光照射时产生的温度将有机染料烧熔，使其变成光痕。

当 CD-ROM 驱动器读取 CD-R 盘上的信息时，激光将透过聚碳酸酯和有机染料层，照射在镀金层的表面，并反射到 CD-ROM 的光二极管检测器。烧制在 CD-R 盘上的光痕会改变激光的反射率，CD-ROM 驱动器根据反射回来光线的强弱来分辨数据 0 和 1。

必须注意的是，在 CD-R 刻录数据过程中工作不能中断，一定要将准备好的数据连续地从开头写到结尾，因为 CD-R 在螺旋轨道上顺序刻写数据时，如果中途由于某种原因使得刻录不能继续，则再次刻录时 CD-R 就不能找到中断时的位置，该 CD-R 盘就无用了。

②CD-R 盘片的结构：CD 唱片以 2 352 信息组的信息流存储数字取样声音。交叉交织里德-索罗门编码 (CIRC) 通过把数据分布于几个物理扇区而实现纠错和检错。CD-ROM 对上述每一信息组加 280B 进行分层纠错。如果第一层出了什么差错，那么，纠错码便做出反应。

CD-R 录制设备用光学而不是物理方式模拟凹坑和非凹坑。CD-R 是一种带有金层（取代铝反射层）和染料层的盘片，染料层为半透明，以便金层反射激光。染料层经烧蚀后形成微斑，反射率降低，起凹坑作用。压制 CD-R 盘的印模具有很长的螺旋形脊背，使压制的 CD-R 盘形成预刻槽，预刻槽是摆动的，用于记录期间轨迹的跟踪。

③CD-R 的盘片刻录技术：CD-R 盘的制作一般可分为数据准备（包括文件数据、软件、应用软件、视频/音频信号、图像、数据库等）、文件集中和组织、预主录（卷特性、文件表）、模拟刻盘、ISO 9660 映像、CD-ROM 录制等步骤。最终录成 CD-ROM 之前的整个过程统称预主录，该过程反映原始输入文件变成最终的 CD 映像。与硬盘或其他介质上的典型文件存储不同，预主录需对数据做出适合的安排。有些 CD-R 驱动器或控制软件不支持再次写入，因此，应尽量设法填满整盘。但也有称为多次写入功能的刻录软件，可以对已刻录但还有剩余空间的 CD-R 盘追加录入，只是各次之间留出的空隙很大，而且，不是所有的 CD 阅读器都支持多次写入生成的盘。目前新型的驱动器和软件已大多能识别多个逻辑卷。



预主录 (Premastering) 包括光盘卷结构选择、目录和文件选择、规定文件属性 (隐文件, ISO 9660 编辑文件名的使用, 把文件定位在输出卷上)。规定这些信息后, 预主录软件将对源目录扫描并报告任何不一致性。这些不一致性通常与文件命名、遗漏或文件损坏有关。

接着是预主录软件阅读数据文件, 并写出映像文件, 该映像文件基本已是一个具有完整 CD 卷的拷贝。在这个阶段, 有些软件包让人们把该映像文件作为检验的模拟 CD 使用。

模拟刻盘顺利通过后, 最后一个制作步骤是盘片录制。这步对主计算机有较高要求。在整个录制过程中, 记录系统的数据速率必须保持恒定 (对 1 倍速为 150kB/s, 2 倍速为 300kB/s, 4 倍速为 600kB/s, 6 倍为 900kB/s)。提出这个要求的原因是由于 CIRC 纠错分布在 CD 信息组数据的相邻位置上, 因此, 无法使一个层次暂停和暂停后再继续。

最后一个步骤是对录制的 CD-R 进行检验。为对 CD-R 盘内容作验证, 需有一套适当的检验计划。检验方法包括对数据文件的检验和 Checksum 方案、源数据与 CD-R 数据的逐字节比较, 也可使用商业上的检验方案。

#### (8) VCD 标准及相应的压缩技术

1994 年 7 月完成了 Video CD Specification Version 2.0 的制定工作。CD-V 和 LV (LaserVision) 一样, 许多人都把它称为激光视盘或激光影碟。CD-V 是 CD-DA 和 Laser Vision 相结合的产物。Laser Vision 是 20 世纪 70 年代末的产品, 盘上的电视图像和声音都是以模拟信号形式记录的, 电视图像是调频制 (FM) 记录, 声音是调幅 (AM) 记录, 它叠加在电视图像信号上。CD-V 是 1987 年定义的播放系统, 盘上的声音是数字的, 而电视图像仍然是模拟的。

VCD 是由 JVC、Philips、Matsushita 和 Sony 联合制定的数字电视视盘技术规格, 它于 1993 年问世。盘上的声音和电视图像都是以数字的形式表示的。表 3.2 列出了 LV、CD-V 和 VCD 的部分规格。

表 3.2 几种视盘的部分规格

系统名称		Laser Vision	CD-V	VCD
信号	声音	模拟	数字	
	图像	模拟	模拟	数字
盘片	使用面	单面/双面	单面/双面	单面
	尺寸	30cm	12/20/30cm	12cm
播放时间 (min)		最长 120		70
驱动方式		CLV/CAV	CLV/CAV	CLV

VCD 的标准名为 White Book。把数字电视节目刻到 VCD 盘上也设计两个

概念,一个叫物理格式,另一个叫逻辑格式。物理格式是规定信息存到盘上的方法,例如盘区的划分、光道的定义、扇区的大小、寻址的方法、错误的检测和校正等;逻辑格式又称文件格式,它是规定数据文件在盘上应如何组织和排列的方法,例如文件大小、目录结构等的处理方法。

VCD 综合了过去制定的物理格式和逻辑格式,以及通用的 MPEG-I 逻辑格式,VCD 采用了 CD-DA、CD-ROM、CD-ROM XA、CD-I 物理格式及 ISO 9660 逻辑格式中的适用部分,而把 MPEG-I 作为它们的逻辑格式,是介于 CD-ROM 和 CD-I 之间的一种格式,它是一种播放系统规格。

Video CD 2.0 的规格的 VCD 具有下列特性:可以存放 70 分钟的影视节目;图像质量为 MPEG-I 的质量,也就是 VHS (Video Home System) 的质量;NTSC 制为  $352 \times 240 \times 30$ ,PAL 制为  $352 \times 288 \times 25$ ;声音的质量接近于 CD-DA 的质量;VCD 盘上的节目应该可以在单速 (Single Speed) CD-ROM 驱动器和 MPEG 解码卡的 MPC 上播放;可以在 CD-I FMV (Full Motion Video)、CD-ROM XA、VCD 播放机上播放。它除了能播放 VCD 盘外,还应能播放 CD-DA 盘、Karaoke CD 盘、CD-ROM XA 盘以及部分 CD-I 盘。具有正常播放、快播、慢播、倒放、暂停等功能;可显示按 MPEG 格式编码的两种分辨率的静态图像。一种是正常分辨率图像,NTSC 制为  $352 \times 240$ ,PAL 制为  $352 \times 288$ 。另一种是高分辨率图像,NTSC 制为  $704 \times 480$ ,PAL 制为  $704 \times 576$ 。VCD 播放系统并不像 CD-I 那样突出交互性,它没有对交互性能作具体的说明,因此 VCD 的交互性能的强弱完全取决于播放系统本身的功能和 VCD 节目本身。线性播放系统可以不需要复杂的操作系统,因而价格比较低。交互特性很强的播放系统需要操作系统支持,如 CD-I 就配有 CDRTOS (Compact Disc Real Time Operating System),所以价格也较高。

VCD 的视频音频压缩技术是采用 MPEG 压缩算法压缩的数字信号,并按 VCD 的格式交错存放在盘上的 MPEG 图像扇区 (MPEG-Video Sector) 和 MPEG 声音扇区 (MPEG-Audio Sector) 上。

MPEG 算法的数据压缩过程和解压缩过程是不对称的,压缩比解压缩需要更多的计算处理。数据压缩可以不要实时,而解压缩却要实时。压缩的时间也可以比解压缩的时间多好几倍,而且只需要压缩一次,解压缩可能需要成千上万次,可以有很多用户。例如,把一部播放时间为 1.5h (小时) 的电影压缩到 CD-R 盘上,压缩时间可以多达十几小时,而播放只能限制在 1.5h,时间长了观众不能接受。

• MPEG-Video 压缩原理:科学研究表明,图像中有许多信息是不能被人的视觉系统感觉到的。虽然这类信息也常常被摄像机一类的设备采集到,但



不需要把这种信息存储起来,或者传送给观众。此外,图像还有一些其他的特性,例如一幅图像由许多具有相同颜色的图像块组成,像素与像素之间有相似性,即通常说的相关性,图像压缩就是利用这些性质来达到压缩数据的目的。

图像的压缩过程一般包含七个步骤:滤波、彩色空间变换、数字化、分辨率转换、图像变换、量化和编码。

压缩过程中的前四步称为图像预处理,目的是为了获得尽可能高的压缩率,且使解压缩后的图像质量尽可能高。滤波是为了消除那些非常尖锐的粗糙的边沿,目的是为了减少混迭效应。彩色空间变换实际上是一个矢量空间变换,把 RGB 彩色空间的矢量变成 YUV 空间的矢量。后面三步就是图像压缩。

● MPEG Audio 压缩原理:话音的压缩和解压缩通常采用声码器。话音压缩技术通常采用波形编码技术,或者用基于话音生成模型的压缩技术。

音乐和话音之间有很大的差别,主要表现在这两种声音覆盖的频率范围不同。音乐的带宽多达 20kHz,而话音的带宽通常只有 3.2kHz。音乐信号虽然也可以用话音压缩技术,但当压缩比较高时,重构的音乐信号质量却不能令人满意,因此 MPEG - Audio 标准并没有推荐采用话音压缩技术,而是采用了心理声学算法,这种算法用以取消那些听觉不敏感的声音数据,而使重构后的声音质量又不至于明显下降。

心理声学中有一条最基本的原理是声音掩蔽阈值 (masking threshold) 原理,或称掩蔽边界原理,其含义是说,对任何一种频率的声音都存在一个最小声音电平,低于这个最小值,人的听觉系统就听不见。声音掩蔽边界是频率和时间的函数,低于这个边界函数,人就无法听到这个声音,也可以把这个边界用函数表示,其绝对的边界值就是音量,这个音量的大小只有在非常安静的房间里才能听到,低于这个边界的任何一种声音,尽管可以用麦克风或其他电子设备检测到,但因为它不能被人的听觉系统听见,所以就不需要去记录它。

心理声学中还有一个很有价值的概念是掩蔽 (masking),即听觉系统感觉不到强声中的轻声,这是听觉系统的一种特性。MPEG - Audio 采纳了 MUSI-CAM 算法。它的基本思想是利用子带编码方法,根据用心理声学模型计算得到的掩蔽阈值对每个子带的样本进行动态量化,以得到合适的位速率。它利用有 32 个等带宽的多相网络 (polyphase network) 分析滤波器组,把输入声音样本变换成频率系数,这个滤波器是长度为 512b 的有限冲击响应滤波器。与子带滤波并行的是用 1 024 点的快速傅氏变换 (FFT) 来计算输入信号的功率谱,通过对功率谱的分析来确定每个子带的掩蔽阈值。根据给定的位速率和输入样本的最大幅度就可以确定最佳的比特 (bit) 分配及量化方案,最后复合成 MPEG - Audio 规格的声音数据流。

MPEG 是处理宽带、高质量的声音压缩算法。它的输入信号是采样率为 48kHz, 44.1kHz 或 32kHz 的数字信号, 经过压缩后, 每个通道的位速率可以是 192kb/s、128kb/s、96kb/s 或 64kb/s, 压缩率可以达到 4~12 倍, 而重构后的声音质量接近于 CD-DA 的质量, 也就是 HiFi 的质量。

#### (9) DVD

DVD 与 VCD 相比, 具有更大的容量和更好的音质, DVD 的一单面容量达 4.7GB。DVD 的视频采用 MPEG-2 的 MP&ML 层次, DVD 对画面有一定的限制, NTSC 制式的画面大小为 720×480 点, PAL 制式的画面大小为 720×576 点。DVD 电影一般为 NTSC 制, 帧速率为 30 帧/s, 它与电视一样, 一帧由两场组成, 所以 DVD 的场率为 60 场/s。对于软解压方式, 画面以帧方式显示, 由于两个场之间的差别, 造成画面上会出现许多“毛刺”, 这种现象是以场方式显示时所没有的。

VCD 的信息存储是把字幕加到画面上再做编码压缩的, 由于 DCT 变换的特性会形成“垃圾”效应, 以致 VCD 字幕周围往往出现干扰画面。DVD 吸取了 VCD 的经验, 把画面与字幕区别开来, 字幕单独存放, 不与画面混合编码, 而使用覆盖的办法叠加在画面上, 画面的质量不再受到干扰, 使整个画面及字幕都很清晰。由于采用画面、字幕分离的方法, 字幕独立处理, 故在 DVD 的电影画面同时可提供多达 32 种文字的字幕随意选择。字幕的色彩用 4 位存储, 可显示 16 种颜色, 采用行程编码的方法进行压缩, 有较好的压缩效果。

DVD 的加密是以地区划分的, 它把全球分为六个区, 区与区之间采用不同的加密方法, 因此各区的 DVD 不兼容, 不同的区互相看不到别区的内容, 中国和香港属于第六区。DVD 的加密方法是把 MPEG-2 数据流加密或变换顺序, 虽然 DVD 影碟采取了加密措施, 但 DVD 文件系统依然与 ISO 9660 是一致的, 此外, DVD 的扇区比 VCD 的扇区稍大些, DVD 盘将能存储更多的数据, 通常一张 DVD 盘可容纳三、四个 VCD 电影。

DVD 的声音分成两大类, 一类是 NTSC 制, NTSC 制式采用杜比 AC-3 压缩标准, 通道数从单声道到 5.1 声道, 由于杜比在电视工业中首先使用了 5.1 声道的声音, 所以, 美国和日本的 NTSC 制式电视采用 AC-3 压缩标准的数字声频, 此外, 可选 MPEG-2 的声频标准作辅助选择, MPEG-2 的声频标准是在 MPEG-1 的声频基础上扩充而成的, 与 MPEG-1 标准兼容。另一类是 PAL 制, 欧洲和中国采用 PAL 制式, PAL 制式使用 MPEG-2 标准, 通道数从单声道到 7.1 声道, 可选杜比 AC-3 作为辅助选择。





## 多媒体文件格式

多媒体文件多种多样,可分为音频文件、图像文件、动画/视频文件三大类。每种文件的存储格式不同,下面详细介绍各种多媒体文件格式。

### (一) 流媒体格式

在网络上传输音/视频等多媒体信息目前主要有下载和流式传输两种方案。A/V 文件一般都较大,所以需要的存储容量也较大。同时由于网络带宽的限制,下载常常要花数分钟甚至数小时,所以这种处理方法延迟也很大。流式传输时,声音、影像或动画等时基媒体由音视频服务器向用户计算机连续、实时传送,用户不必等到整个文件全部下载完毕,而只需经过几秒或十数秒的启动延时即可进行观看。当声音等时基媒体在客户机上播放时,文件的剩余部分将在后台从服务器内继续下载。流式不仅使启动延时成十倍、百倍地缩短,而且不需要太大的缓存容量。流式传输避免了用户必须等待整个文件全部从 Internet 上下载才能观看的缺点。

流媒体指在 Internet/Intranet 中使用流式传输技术的连续时基媒体,如:音频、视频或多媒体文件。流式媒体在播放前并不下载整个文件,只将开始部分内容存入内存,流式媒体的数据流随时传送随时播放,只是在开始时有一些延迟。流媒体实现的关键技术就是流式传输。

#### 1. 流媒体技术

(1) 流式传输:该定义很广泛,现在主要指通过网络传送媒体(如视频、音频)的技术总称。其特定含义为通过 Internet 将影视节目传送到 PC 机。实现流式传输有两种方法:实时流式传输(Realtime streaming)和顺序流式传输(progressive streaming)。一般说来,如视频为实时广播,或使用流式传输媒体服务器,或应用如 RTSP 的实时协议,即为实时流式传输。如使用 HTTP 服务器,文件即通过顺序流发送。采用哪种传输方法则依赖用户需求。当然,流式文件也支持在播放前完全下载到硬盘。

顺序流式传输是顺序下载,在下载文件的同时用户可观看在线媒体,在给定时间,用户只能观看已下载的那部分,而不能跳到还未下载的前头部分,顺序流式传输不像实时流式传输在传输期间根据用户连接的速度做调整。由于标准的 HTTP 服务器可发送这种形式的文件,也不需要其他特殊协议,它经常被称为 HTTP 流式传输。顺序流式传输比较适合高质量的短片段,如片头、片尾和广告,由于该文件在播放前观看的部分是无损下载的,这种方法保证电影播



放的最终质量。这意味着用户在观看前,必须经历延迟,对较慢的连接尤其如此。

对通过调制解调器发布短片段,顺序流式传输显得很实用,它允许用比调制解调器更高的数据速率创建视频片段。尽管有延迟,但可发布较高质量的视频片段。

顺序流式文件是放在标准 HTTP 或 FTP 服务器上,易于管理,基本上与防火墙无关。顺序流式传输不适合长片段和有随机访问要求的视频,如:讲座、演说与演示。它也不支持现场广播,严格说来,它是一种点播技术。

实时流式传输指保证媒体信号带宽与网络连接匹配,使媒体可被实时观看到。实时流式传输与 HTTP 流式传输不同,它需要专用的流媒体服务器与传输协议。

实时流式传输总是实时传送,特别适合现场事件,也支持随机访问,用户可快进或后退以观看前面或后面的内容。理论上,实时流式传输一经播放就可不停止,但实际上,可能发生周期暂停。

实时流式传输必须匹配连接带宽,这意味着在以调制解调器速度连接时图像质量较差。而且,由于出错,丢失的信息被忽略掉,所以网络拥挤或出现问题时,视频质量会很差。如欲保证视频质量,顺序流式传输也许更好。实时流式传输需要特定服务器,如 QuickTime Streaming Server、RealServer 与 Windows Media Server。这些服务器允许你对媒体进行更多级别的控制,因而系统设置、管理比标准 HTTP 服务器更复杂。实时流式传输还需要特殊网络协议,如:RTSP (Realtime Streaming Protocol) 或 MMS (Microsoft Media Server)。这些协议在有防火墙时有时会出现问题,导致用户不能看到一些地点的实时内容。

(2) 缓存技术: Internet 以包传输为基础进行断续的异步传输,实时 A/V 源或存储的 A/V 文件在传输中被分解为许多包,由于网络是动态变化的,各个包选择的路由可能不尽相同,故到达客户端的时间延迟也就不等,甚至先发的数据包有可能后到。为此,使用缓存系统来弥补延迟和抖动的影响,并保证数据包的顺序正确,从而使媒体数据能连续输出,而不会因为网络暂时拥塞使播放出现停顿。通常高速缓存所需容量并不大,因为高速缓存使用环形链表结构来存储数据,通过丢弃已经播放的内容,流可以重新利用空出的高速缓存空间来缓存后续尚未播放的内容。

## 2. 流媒体传输流程

流媒体的具体传输流程如下:

- Web 浏览器与 Web 服务器之间使用 HTTP/TCP 交换控制信息,以便把需要传输的实时数据从原始信息中检索出来。



- 用 HTTP 从 Web 服务器检索相关数据, A/V 播放器进行初始化。
- 从 Web 服务器检索出来的相关服务器的地址定位 A/V 服务器。
- A/V 播放器与 A/V 服务器之间交换 A/V 传输所需要的实时控制协议。
- 一旦 A/V 数据抵达客户端, A/V 播放器就可以播放了。

### 3. 流媒体体系结构

现存流媒体解决方案采用的技术是多样的, 但其体系结构的本质是相近的。流媒体的体系构成如下:

- 编码工具: 用于创建、捕捉和编辑多媒体数据, 形成流媒体格式;
- 流媒体数据;
- 服务器: 存放和控制流媒体的数据;
- 网络: 适合多媒体传输协议甚至实时传输协议的网络;
- 播放器: 供客户端浏览流媒体文件 (通常是独立的播放器和 ActiveX 方式的插件)。

### 4. 流媒体传输协议

流式传输的实现需要合适的传输协议。TCP 需要较多的开销, 故不太适合传输实时数据。在流式传输的实现方案中, 一般采用 HTTP/TCP 来传输控制信息, 而用 RTP/UDP 来传输实时多媒体数据。

(1) 实时传输协议 RTP 与 RTCP: RTP 是用于 Internet/Intranet 针对多媒体数据流的一种传输协议。RTP 被定义为在一对一或一对多传输的情况下工作, 其目的是提供时间信息和实现流同步。RTP 通常使用 UDP 来传送数据, 但 RTP 也可以在 TCP 或 ATM 等其他协议上工作。当应用程序开始一个 RTP 会话时将使用两个端口: 一个给 RTP, 一个给 RTCP。RTP 本身并不能为按顺序传送数据包提供可靠的传送机制, 也不提供流量控制或拥塞控制, 它依靠 RTCP 提供这些服务。RTCP 和 RTP 一起提供流量控制和拥塞控制服务。RTP 和 RTCP 配合使用, 它们能以有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化, 因而特别适合传送网上的实时数据。

(2) 实时流协议 RTSP: 它是由 Real Networks 和 Netscape 共同提出的, 该协议定义了一对多应用程序如何有效地通过 IP 网络传送多媒体数据。RTSP 在体系结构上位于 RTP 和 RTCP 之上, 它使用 TCP 或 RTP 完成数据传输。HTTP 与 RTSP 相比, HTTP 传送 HTML, 而 RTP 传送的是多媒体数据。HTTP 请求由客户机发出, 服务器做出响应; 使用 RTSP 时, 客户机和服务器都可以发出请求, 即 RTSP 可以是双向的。

(3) 资源预订协议 RSVP: 由于音频和视频数据流比传统数据对网络的延时更敏感, 要在网络中传输高质量的音频、视频信息, 除带宽要求之外, 还需



其他更多的条件。RSVP 是 Internet 上的资源预订协议, 使用 RSVP 预留一部分网络资源 (即带宽), 能在一定程度上为流媒体的传输提供 QoS。

### 5. 流媒体格式

在运用流媒体技术时, 音视频文件要采用相应的格式, 不同格式的文件需要用不同的播放器软件来播放, 所谓“一把钥匙开一把锁”。目前, 采用流媒体技术的音视频文件主要有三大“流派”。

- ASF (Advanced Stream Format): 这类文件的后缀是 .asf 和 .wmv, 与它对应的播放器是微软公司的“Media Player”。用户可以将图形、声音和动画数据组合成一个 ASF 格式的文件, 也可以将其他格式的视频和音频转换为 ASF 格式, 而且用户还可以通过声卡和视频捕获卡将诸如麦克风、录像机等外设的数据保存为 ASF 格式。

- Real Media: 它是由 Real Networks 公司开发的, 包括 Real Audio、Real Video 和 Real Flash 三类文件, 其中 Real Audio 用来传输接近 CD 音质的音频数据, Real Video 用来传输不间断的视频数据, Real Flash 则是 Real Networks 公司与 Macromedia 公司联合推出的一种高压缩比的动画格式, 这类文件的后缀是 .rm, 文件对应的播放器是“Real Player”。

- QuickTime: 它是由苹果公司开发的, 这类文件扩展名通常是 .mov, 它所对应的播放器是“QuickTime”。

此外, MPEG、AVI、DVI、SWF 等都是适用于流媒体技术的文件格式。

## (二) 音频文件格式

音频文件用于保存数字音频信息, 其格式主要有声音文件格式和 MIDI 文件格式两种。

### 1. 声音文件格式

波形文件, 扩展名为 .WAV, 这是 Windows 本身存放数字声音的标准格式, 由于微软的影响力, 目前也成为一种通用性的数字声音文件格式, 几乎所有的音频处理软件都支持 WAV 格式。由于 WAV 格式存放的一般是未经压缩处理的音频数据, 该格式直接记录声音的波形, 故只要采样频率高、量化位数多、机器速度快, 利用该格式记录的声音文件能够和原声基本一致, 质量非常高, 但文件体积都很大 (1 分钟的波形文件需要 10MB), 不适于在网络上传播。WAV 格式使用媒体播放机可以直接播放。

MPEG-3, 扩展名为 .MP3, 现在最流行的声音文件格式, 因其压缩率大, 高达 10:1 ~ 12:1, 也就是说一分钟 CD 音质的音乐, 未经压缩需要 10MB 存储空间, 而经过 MP3 压缩编码后只有 1MB 左右, 同时其音质基本保

持不失真,所以 MP3 是目前最为流行的一种音乐文件,在网络可视电话通信方面应用广泛,但和 CD 唱片相比,音质不能令人非常满意。

CD Audio,又称为 CD 音乐,扩展名为 .CDA,是唱片采用的格式,又叫“红皮书”格式,记录的是波形流,绝对的纯正。但缺点是无法编辑,文件太大。

Creative Musical Format 的扩展名为 .CMF,是 Creative 公司的专用音乐格式,和 MIDI 差不多,只是音色、效果上有些特色,专用于 FM 音频卡,但其兼容性也很差。

VOC 文件是 Creative 公司波形音频文件格式,也是声霸卡使用的音频文件格式。每个 VOC 文件由文件头块 (HeaderBlock) 和音频数据块 (Data Block) 组成。文件头包含一个标识版本号和一个指向数据块起始的指针。数据块分成各种类型的子块,如声音数据静音标识 ASCII 码文件重复的结果及终止标志、扩展块等。

Real Audio 扩展名为 .RA、.RAM,这两种格式是 Real 公司开发的主要适用于网络上实时数字音频流技术的文件格式。由于它的面向目标是实时的网上传播,所以在高保真方面远远不如 MP3,但在只需要低保真的网络传播方面却无人能及。要播放 .RA、.RAM 文件,需要使用 Real Player。

PCM 文件,模拟音频信号经 A/D 转换直接形成的二进制序列,该文件没有附加的文件头和文件结束标志。在声霸卡提供的软件中,可以利用 VOC - HDR 程序,为 PCM 格式的音频文件加上文件头,而形成 VOC 格式。Windows 的 Convert 工具可以把 PCM 音频格式的文件转换成 Microsoft 的 WAV 格式的文件。

## 2. MIDI 文件格式

MIDI 接口是音乐与计算机结合的产物,其目的是解决各种电子乐器间存在的兼容性问题,MIDI 不仅规范定义了计算机音乐程序、音乐合成器及其电子音乐设备交换音乐信号的方式,而且还规定了不同厂家的电子乐器与计算机连接的电缆和硬件及设备常见数据传输的协议,可用于为不同乐器创建数字声音,能很容易地模拟钢琴、小提琴等传统乐器的声音。MIDI 本身并不能发出声音,它是一个协议,它不是把音乐的波形进行数字化采样和编码,而是将数字式电子乐器的弹奏过程记录下来,只包含用于产生特定声音的指令,而这些指令则包括调用何种 MIDI 设备的声音、声音的强弱及持续的时间等。如按了哪一个键、力度多大、时间多长等。当需要播放这首乐曲时,计算机把这些指令交由音频卡去合成相应的声音,根据记录的乐谱指令,通过音乐合成器生成音乐声波,经放大后由扬声器播出。



MIDI 文件是存放 MIDI 信息的标准文件格式, MIDI 文件中包含音符、定时和多达 16 个通道的演奏定义。每个通道的演奏音符信息包括键、通道、号、音长、音量和力度(击键时,键达到最低位置的速度)。

MIDI 扩展名为 .MID, 是目前最成熟的音乐格式, 实际上已经成为一种产业标准, 其科学性、兼容性、复杂程度等各方面远远超过本文前面介绍的所有标准(除交响乐 CD、Unplug CD 外, 其他 CD 往往都是利用 MIDI 制做出来的), 它的 general MIDI 就是最常见的通行标准。MIDI 文件的优点是短小, 一个六分多钟, 有 16 个乐器的文件也只有 80 多千字节。缺点是播放效果因软、硬件而异。使用媒体播放机可以播放, 但如果想有比较好的播放效果, 计算机必须支持波表功能。目前大多数人都使用软件波表, 最出名的就是日本 Yamaha 公司出品的 YamahaSXXG 了。使用这一软件波表进行播放, 可以达到与真实乐器几乎一样的效果。

此外, 还有一种 RMI 文件, 它是 Microsoft 公司的 MIDI 文件格式, 它可以包括图片标记和文本。还有很多其他一些音频文件格式, 但由于各种原因, 格式的流行程度和应用范围都是有限的。

### (三) 图像文件格式

不同的图像文件, 有不同的格式、不同的优缺点及不同的用途。几乎所有的图像文件都采用各自简化的格式名作为文件扩展名。从扩展名就可知道这幅图像是按什么格式存储的, 应该用什么样的软件去读/写。下面主要介绍当前常见的图像文件格式。

BMP 文件是最为普遍的位图格式之一, 同时也是 Windows 系统下的标准格式。这种格式图像文件的后缀名为 BMP, 是英文“Bitmap”(位图)的简写, 它采用位映射存储格式, 除了颜色深度可选以外, 不采用其他任何压缩, 因此, 它的特点是包含的图像信息较丰富, 几乎不进行压缩, 但由此导致了占用磁盘空间过大。所以, 目前 BMP 在单机上比较流行, 而不受网络的欢迎。BMP 文件虽占用的空间很大, 但不会失真, 该图像颜色深度可表现从 2 ~ 24 位的色彩, 在计算机上有很好的兼容性。

PSD 文件是著名的 Adobe 公司开发的图像处理软件 Photoshop 的专用格式, 全称为 Photoshop Document。可以存储成 RGB 或 CMYK 模式, 也能自定颜色数目储存。如果曾用过 Photoshop, 应当明白 PSD 其实是进行平面设计的一张“草稿图”, 它可以存放图层、通道、遮罩等多种设计样稿, 以便于下次打开文件时可以修改上一次的設計。在 Photoshop 所支持的各种图像格式中, PSD 的存取速度比其他格式快很多, 功能也很强大。由于 Photoshop 使用广泛, 所



以这个格式也随之逐步流行起来。

JPEG 是一种高效率的压缩文件, 存储时能够将肉眼无法分辨的信息删除, 以节省空间。此类压缩方法一般被称为“有损压缩”, 会使图像质量下降。文件压缩比是可根据需要来调整, 压缩比越大质量就越差, 反之质量就越好, 其压缩比约为  $1:5 \sim 1:50$ , 甚至更高。目前 JPEG 在计算机上非常受欢迎, 在网上也是最流行的图像文件格式。

GIF 文件也是一种 Web 上常用的图像文件格式, 是 CompuServe 公司在 1987 年开发的图像文件格式。GIF 文件的数据是经过压缩的, 它采用了可变长度等压缩算法。GIF 使用颜色有限的调色板 (最多只支持 256 种颜色), 而且有时为了减小文件还会采用更少的颜色数, GIF 的图像颜色深度可取范围是从 1~8 位。综上所述, GIF 的特点是较少的颜色数、无损压缩、支持透明色。这些特点使得 GIF 适于用来表现一些 Web 小图片, 如图标或者 logo。

TIFF 文件是由 Aldus 和微软公司联合开发, 最初是出于跨平台存储扫描图像的需要而设计的。它的特点是图像格式复杂、存储信息多。正因为它存储的图像细微层次的信息非常多, 图像的质量也得以提高, 故而非常有利于原稿的复制。如果想打印图片, TIFF 则是最佳的图像格式。TIFF 包含了很多种不同的色彩模式。除了 RGB 颜色模式之外, TIFF 还支持 8 位灰度颜色或用于胶版印刷的 32 位 CYMK 颜色模式——Cyan (青), Magenta (品红), Yellow (黄), Black (黑)。TIFF 还提供了更高级的功能, 包括梯级透明度、多图像层和几种压缩模式。不过, 由于 TIFF 格式结构较为复杂, 兼容性较差, 因此有时软件不能正确识别 TIFF 文件 (现在绝大部分软件都已解决了这个问题)。目前在 Mac 和计算机上移植 TIFF 文件也十分便捷, 因而 TIFF 也是计算机上使用最广泛的图像文件格式之一。

PCX 文件是 ZSOFT 公司在开发图像处理软件 Paintbrush 时开发的一种格式, 这是一种经过压缩的格式, 占用磁盘空间较少。由于该格式出现的时间较长, 并且具有压缩及全彩色的能力, 所以现在仍比较流行。

DXF 文件 (Autodesk Drawing Exchange Format) 是 AutoCAD 中的矢量文件格式, 它以 ASCII 码方式存储文件, 在表现图形的大小方面十分精确。许多软件都支持 DXF 格式的输入与输出。

WMF 文件 (Windows Metafile Format) 是 Windows 中常见的一种图像文件格式, 属于矢量文件格式。它具有文件短小、图案造型化的特点, 整个图形常由各个独立的组成部分拼接而成, 其图形往往较粗糙。

TGA 文件 (Tagged Graphics) 是由美国 Truevision 公司为其显示卡开发的一种图像文件格式, 已被国际上的图形、图像应用领域所接受。TGA 的结构



比较简单,属于一种图形、图像数据的通用格式,在多媒体领域有着很大影响,是计算机生成图像向电视转换的一种首选格式。

PNG (Portable Network Graphics) 文件是一种新兴的网络图像格式,它汲取了 GIF 和 JPEG 二者的优点并将之发挥得淋漓尽致,是目前保证最不失真的格式。它具有存储形式丰富的特点,采用无损压缩方式来减小文件。它的另外一大特点是显示速度快,只需下载 1/64 的图像信息就可以显示出低分辨率的预览图像。大名鼎鼎的 Macromedia 公司的 Fireworks 的默认格式就是 PNG。目前尽管环境尚未健全,但越来越多的软件开始支持这一格式,而且在网络上也开始流行,大有后来者居上之势,遗憾的是,目前它还不支持动画。

SVG 文件可以算是目前最火热的图像文件格式了。它是基于 XML (extensible Markup Language) 由 World Wide Web Consortium (W3C) 联盟开发的。SVG (Scalable Vector Graphics) 是可缩放的矢量图形,严格来说它应该是一种开放标准的矢量图形语言。用户可以直接用代码来描绘图像,用任何文字处理工具打开 SVG 图像,通过改变部分代码来使图像具有交互功能,并随时插入到 HTML 中通过浏览器来观看。它提供了目前网络流行格式 GIF 和 JPEG 无法具备的优势:可以任意放大图形显示,但决不会以牺牲图像质量为代价;文字在 SVG 图像中保留可编辑和可搜寻的状态;SVG 文件比 JPEG 和 GIF 格式的文件要小很多,因而下载也很快。可以预见,SVG 的开发将会为 Web 提供新的图像标准。

图像文件格式非常多,随着多媒体技术的发展,相信会有越来越多的文件格式出现。

#### (四) 动画/视频文件格式

动画和视频都是连续渐变的静态图像或图形的序列,沿时间轴顺次更换显示,从而构成运动视觉的媒体。一般情况下,当序列中每帧图像是由人工或计算机产生的图像时,称为动画;当序列中每帧图像是通过实时摄取自然景象或活动对象时,称为视频。因此在文件存储格式上动画和视频并无实质的区分。常见的动画/视频文件格式如下:

GIF (Graphics Interchange Format) 即“图形交换格式”,这种格式是在 20 世纪 80 年代由美国一家著名的在线信息服务机构 CompuServe 开发而成。GIF 格式的特点是压缩比高,利于网络传输。GIF 格式增加了渐显方式,用户可以先看到图像的大致轮廓,然后随着传输过程的继续而逐步看清图像中的全部细节,从而适应了用户的“从朦胧到清楚”的观赏心理。目前 Internet 上大量采用的彩色动画文件多为这种格式的文件,也称为 GIF89a 格式文件。



FLIC (FLI/FLC) 格式由 Autodesk 公司研制而成, 其产品 Autodesk Animator、Animator Pro 和 3DStudio 等动画制作软件中均采用了这种彩色动画文件格式。FLIC 是 FLC 和 FLI 的统称, FLI 是最初的基于  $320 \times 200$  像素分辨率的动画文件格式, 而 FLC 进一步扩展, 它采用了更高效的数据压缩技术, 所以具有比 FLI 更高的压缩比, 其分辨率也有了不小提高。

SWF 格式是 MicroMedia 公司动画编辑软件 Flash 的动画格式, 这种格式的动画能用比较小的体积来表现丰富的多媒体形式, 并且还可以与 HTML 文件达到一种“水乳交融”的境界。Flash 动画其实是一种“准”流媒体形式的文件, 是利用矢量技术制作的, 不管将画面放大多少倍, 画面仍然清晰流畅, 质量一点儿也不会因此而降低, 是目前网络动画的主要形式。因此有人将其称为网络动画格式。

AVI 是 Audio Video Interfaced 的缩写, 是 Video for Windows 使用的格式, 采用一种有损压缩方式将视频和音频信号混合交错地存储在一起, 尽管画面质量不是太好, 但其应用范围仍然非常广泛。AVI 文件目前主要应用在多媒体光盘上, 用来保存电影、电视等各种影像信息, 有时也出现在 Internet 上, 供用户下载、欣赏新影片的精彩片段。

MOV 都是由 Apple 公司创立的 Quick Time for Windows 视频处理软件所选用的视频文件格式, 起初只在 Macintosh 计算机使用, 后来才发展到支持 Windows 平台。但无论是在本地播放还是作为视频流格式在网上传播, MOV 都是一种优良的视频编码格式。

MPEG 是 Motion Picture Experts Group 的缩写, 是 MPC 全屏幕活动视频的主流标准格式, 它是使用 MPEG 方法进行压缩的全运动视频图像。它包括了 MPEG-1、MPEG-2 和 MPEG-4、MPEG-7 等标准格式。其中 MPEG-1 被广泛地应用在 VCD 的制作和一些视频片段下载的网络应用方面。MPEG-2 则是应用在 DVD 的制作(压缩)方面, 同时在一些 HDTV(高清晰电视)和一些高要求视频编辑、处理方面也有相当的应用面。MPEG-4 是一种新的压缩算法, 使用这种算法的 ASF 格式可以把一部 120 分钟长的电影压缩到 300M 左右的视频流, 可供在网上观看。准确地说, MPEG7 并不是一种压缩编码方法, 而是一个多媒体内容描述接口。继 MPEG4 之后, 要解决的矛盾就是对日渐庞大的图像、声音信息的管理和迅速搜索。MPEG7 就是针对这个矛盾的解决方案。MPEG7 力求能够快速且有效地搜索出用户所需的不同类型的多媒体资料。

ASF 是 Advanced Streaming format 的缩写, 是由 MicroSoft 公司为了与 Real Networks 公司竞争而开发的, 是可以直接在网上观看视频节目的一种典型的流媒体文件格式。由于它使用了 MPEG4 的压缩算法, 所以压缩率和图像的质量



都很不错。

RA、RM 格式是 Real Networks 公司制定的音频/视频压缩格式 Real Media 中的一种,是视频流技术的始创者,它可以在用 56K Modem 拨号上网的条件下实现不间断的视频播放。

## 多媒体数据库

### (一) 多媒体数据库概述

多媒体数据库是建立多媒体信息管理系统、多媒体应用系统最关键的一个问题,它需要建立统一规范的多媒体数据的格式、多媒体数据的存储模型、多媒体数据的检索和管理模型等。例如,户籍档案管理数据库能将人员的肖像、指纹、声音及其他常规数据信息全部统一管理,能通过输入模拟肖像、指纹、语音和其他信息进行查询操作,这对获取失踪人员信息将有很大的帮助。

与传统的数据库相比多媒体数据库具有四个方面的特点:具有传统数据库的常规特点;占用存储空间大,数据源广泛;大量的非格式化数据信息,即多媒体信息,结构复杂;设备的依赖性大。

从多媒体数据库的特点上,可以看出,多媒体数据库是在传统数据库基础上进行了扩充改进,在设计思想、系统结构和检索策略等方面做了面向多媒体数据的改动,使得数据库信息多样化、信息界面更加灵活、结构更加清晰、层次分明、井井有条。

对多媒体数据库的管理必须满足存取、查询、表现多媒体信息的需要。如果引用传统数据库中的一些概念来描述多媒体数据库,可以说多媒体数据库是由若干条多媒体数据记录组成。每一条多媒体数据记录是由若干个多媒体字段组成,与传统数据库不同的是多媒体数据记录总长度可能不确定,各个多媒体字段的长度可能不确定。这给多媒体数据库的管理带来了许多新问题。例如,分散的数据源如何统一管理?如何共享?如何交换?内部数据结构与外部数据表现如何统一等问题。为解决这些问题,通常采用面向对象的方法来定义和处理多媒体数据信息。

多媒体数据库一般分为三个层次,第一层为单媒体数据源,它是最低层,如声音库、图像库、文本库等;第二层是可见层,是出现在数据库中的不同的数据组合,可对其进行各种处理,每种数据组合对应着不同的库,能够存取不同的数据;第三层是表现层,各种媒体数据表现形式不一,图形显示在图形设备上,声音需要音响播放,动画需要动态生成,视频需要视频设备等。由一个



表现层统一管理用户界面,满足不同媒体数据表现的需要,是多媒体数据库管理的最终效果。

## (二) 多媒体数据库管理系统的基本功能和结构形式

多媒体应用系统所处理的数据结构有格式化数据,也有非格式化数据。这就要求多媒体数据库管理系统不仅能够处理好格式化数据,而且还能处理好非格式化数据。这些非格式化数据除了具有数据量大的特点外,还具有时序性、分散性、多样性的特点。时序性是指多媒体数据信息之间的联系可能与时间顺序有关,在编排处理上要考虑信息单元之间的同步。分散性是指有关联的数据可以分散地存储在不同的机器、不同的设备上,可以用不同的数据库系统来存储与管理,这些数据库可以是存储在光盘上的数据库,也可以是存储在高速磁盘上的动态数据库。多样性是指数据的形式多种多样,可以是文本、图形、图像、语音、动画和其他数字化信号等,还可以是通过各种信息单元集成而得到的复合对象。多媒体数据的这些特性要求对多媒体数据除了进行内部概念建立模型之外,还要对其外部表达建立模型。

由于多媒体数据对象的多样化和复杂化,因而对 MDBMS 在多媒体数据的存取、控制、存储、查询和表示等方面提出了许多新的要求。

### 1. 多媒体数据库管理系统的基本功能

该系统基本功能包括以下六个方面:

第一,能够表示和处理各种媒体信息。对于常规的格式化数据,使用传统的字段(Filed)方式表示。对于非格式化数据,例如图像、声音、视频等,就要根据各种媒体的特点来决定其表示方法。如果对媒体信息的内部结构感兴趣,可以根据其内部结构中的特定部分来表示媒体数据,并按一定的算法对相应的数据信息进行检索、处理。如果对媒体信息的整体内容感兴趣,可以根据其文件名来表示媒体数据,通过文件名来实现媒体信息管理。同时也要考虑能够对不同结构媒体信息的加工处理。

第二,能够反映和管理各种媒体数据的特性,或各种媒体数据之间的空间或时间的关联。客观存在的各种媒体信息有其本身的特性和相互间的自然联系,在计算机中,也应该能反映和管理媒体信息的这种特性和关联。例如,在珍贵动物数据库中,有关动物的信息数据有文字描述、动作的照片、声音和生活片段等。又如图像数据有图像的大小、各像点的灰度等级和图像格式等,这些不同的媒体数据之间存在着自然的关联。在时序上,多媒体对象在表达时必须保证时间上的同步特性。在空间结构上,必须把相关媒体信息集成在一个合理布局的空间内。在多媒体数据库管理系统中,既要考虑对多媒体数据的内容



与结构的设计,又要考虑对各种媒体数据的特性和集成机制的时空关联的组织和管理。

第三,满足物理数据独立性、逻辑数据独立性和媒体数据独立性。物理数据独立性是指当物理数据的存储模式发生改变时,不影响数据的逻辑模式。逻辑数据独立性是指逻辑数据的逻辑模式改变时,不影响数据处理程序。媒体数据独立性是指在设计实现多媒体数据库管理系统时,要求系统使用户的操作可最大限度地忽视各种媒体的差别,而不受具体媒体的影响和约束,也不受媒体变换的影响,实现复杂数据的统一管理。

第四,具有对非格式化数据进行操作的功能。

第五,多媒体数据库管理系统必须具有网络功能。多媒体数据库中的数据由于来源广泛、信息量很大,往往是分布地存放于网络的不同节点上。这就要求数据库管理系统能够对分布在网络上的多媒体数据库中的数据进行定义、存取、操作,同时也要求能够对数据的一致性、安全性、并发性等问题进行处理。

第六,多媒体数据库管理系统是建立在具有多媒体功能的操作系统之上的软件系统,而计算机系统的硬件和各种资源都是由操作系统统一管理的,这就要求数据库管理系统应具有开放性功能,提供广泛的应用程序接口 API,并通过接口给应用程序提供各类服务。

## 2. 对非格式化数据的基本操作

对非格式化数据的基本操作有以下四个方面:

一是适合非格式化数据的查询搜索功能。例如,能对非格式化数据的整体和部分进行搜索;能通过范围、知识和其他描述符的确定值或模糊值来搜索媒体数据;能通过分析,建立图示索引来搜索数据;能通过举例查询和主题描述查询使复杂查询简单化等。

二是适合非格式化数据的浏览功能。例如,浏览数据库的目录结构;浏览某一主题和与主题相关的其他信息等。

三是适合非格式化数据的条件控制功能。例如,可使用一系列的应用约束和触发条件,解决要求访问大容量数据的问题和数据库的一致性问题;可使用逻辑推理演绎的方法获得信息;提供过程或函数等某种机制,完成安全、灵活的多媒体数据访问和处理任务。

四是为不同的媒体信息提供不同的操作内容。多媒体数据信息种类繁多,不同类型的媒体数据差别很大,处理方法也不同,这就要求多媒体数据库管理系统必须提供针对特定媒体数据进行的特定操作。例如,图类数据的覆盖、比例、剪切和颜色转换等;又如,声音数据的语音合成、声调、声音强度调

整等。

### 3. 多媒体数据库管理系统的结构形式

多媒体数据库管理系统的结构形式有四种：

第一种为集中式数据库系统结构。这种结构的特点是将数据、数据的管理集中在一起。数据库系统中的所有功能，从用户程序到数据库管理系统核心都集中在同一台计算机上。

第二种为网络环境下的客户/服务器结构。这种结构的特点是有—台至多台称为客户的计算机和—台至多台称为服务器的计算机，它们通过网络相连。客户直接面向用户，接受并处理任务，并将任务中需要由服务器完成的部分委托客户执行。而服务器只接受客户的委托，完成特定的任务，例如，提供数据库服务的数据库服务器、提供图像处理服务的图像处理服务器等。在客户/服务器系统中，处理是分布的。具有客户/服务器结构的数据库系统虽然在处理上是分布的，但是数据还是集中存放的，各个数据库服务器各分管一部分数据，在用户看来它们是多个集中的数据库，用户访问某个数据时必须知道它在哪一个数据库服务器上。

第三种为物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构。这种结构的特点是把单位的数据模式按数据的来源和用途，合理地分布在系统的多个节点上，使大部分数据可以就地或就近存取。数据库中的数据在物理上分布后，由系统统一管理，使用户感觉不到数据的分布。用户看到的似乎不是一个分布式数据库，而是一个数据模式为全局数据模式的集中式数据，因而这种分布式数据库在逻辑上仍然是集中的。

第四种为物理上分布、逻辑上分布的分布式数据库结构。这种结构的特点是节点自制、没有全局数据模式，每个节点所看到的数据模式仅仅限于该节点所用到的数据。它一般由两部分组成：一是本节点的数据模式，二是供本节点共享的其他节点上有关的数据模式。节点间的数据共享由双边协商确定。如果一个新的节点要加入系统，它开始时可先用本节点的数据，然后与有关节点协商，共享其他节点的有关数据；本节点的数据也可以供其他节点共享。一个节点在给数据对象命名时，只要在本节点的数据模式内惟一就行了，不必考虑与其他无关数据对象的重名问题。每个节点好像拥有一个满足自己需要的集中式数据库一样，而不受制于全局数据模式节点的自治性很强。由于每个节点看到的数据模式是不一样的，好像系统中有多个逻辑数据库存在，这种分布式数据库在逻辑上也是分布的。一种典型的 MDBS 结构如图 3.1 所示。

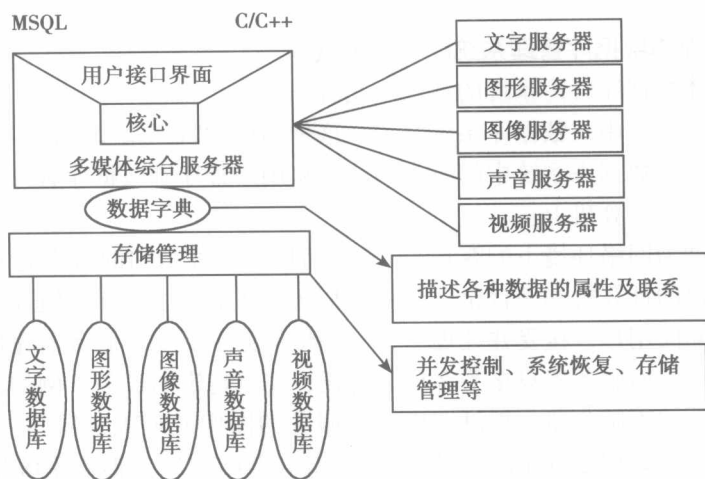


图 3.1 典型的 MDBS 结构

### (三) 多媒体数据库的实现方法

由于多媒体数据库的特点，决定了多媒体数据库管理系统的复杂性，可以说目前仍处于探索阶段。针对三种多媒体数据模型：关系模型、面向对象的模型和超文本模型，在实践上，一般采用三种单独的方法或三种单独方法的组合。

#### 1. 扩充关系数据库方法

基于关系模型的 RDBMS 是一种在理论上和产品上都获得巨大成功的数据库系统，关系模型已十分成熟，今天仍然是 RDBMS 的主流技术，居于明显的主导地位，特别是在中小型数据库系统上。基于市场考虑，随着多媒体技术的日趋成熟及广泛的普及应用，世界上几家大的数据库公司都已将原有的关系数据库产品加以扩充，使其在一定程度上能支持多媒体应用，并成为商品化的扩充关系型多媒体数据库管理系统。这种扩充并没有对关系模型进行扩充，只是在数据类型、存储、存取方式、开发工具等层次上对 RDBMS 进行扩充。这种数据库对一些图像和声音应用比较适合，但在处理工程数据（嵌套层次较多）时有一定的困难，但已基本满足了对多媒体数据处理的要求。

从形式上看，扩充关系数据库都是引入新的数据类型来描述多媒体数据，像 Informix、Oracle7.0、Sybase、Itbase、FoxPro 3.0 for Windows、Paradox for Windows、Visual FoxPro 等，加上采用了 OLE 等 Windows 最新技术，使得这些数据库系统得到了广泛的使用。

例如，FoxPro 3.0 for Windows 增加了一个新的属性 General，General 类型

可以容纳任何一种多媒体数据,包括文本、图形、图像或声音数据,相应的也增加一个 Append General 命令,把二进制对象存入 General 属性字段。Paradox for Windows 增加了动态注释、格式注释、图形和二进制对象四种数据类型来处理多媒体数据。动态注释和格式注释用于存储文本数据,图形类型用于存放具有标准图形图像文件格式的图像图形文件(如 MMP、GIF、TIF 和 PCX 等),大二进制类型用以存储其他类型的任何二进制数据(如音频、视频文件等)。Access 增加了“OLE Object”域,支持对象的链接和嵌入。

## 2. 面向对象的数据库方法

该方法是基于面向对象的数据模型,而非关系模型来实现对多媒体数据的描述、存储及处理。基于面向对象模型开发多媒体数据库管理系统,是研究多媒体数据库的一个主要方向。面向对象的技术特点:对象、属性、方法、消息、对象类的层次结构和继承等使其能较好地解决多媒体数据管理的问题。

一个面向对象的典型多媒体系统是 VODAK 系统,它是德国国家信息科学研究中心(GMD) ISPI 研究所研制开发的一个分布式面向对象数据库系统。与此相应,提供了 VML 语言(VODAK Data Modelling Language)——一种面向对象的程序设计语言,一种知识表示语言,一种型、类和对象说明语言,当然也是一种分布式数据库语言,用于用面向对象方法对现实世界建立模型。

Sybase 的 Intermedia Architecture 虽不是面向对象的数据库管理系统(Sybase 的本质是关系模型),但 Intermedia 在对多媒体信息的存取上已将 RDBMS 和 OODB(面向对象数据库)分开,而不是在 RDBMS 上扩充功能。Intermedia Architecture 包括三个模块化的、可扩充的开发工具:

第一种是 Gain Interplay,它是运行多媒体应用程序的环境,以 API 函数公开,在 PC Windows 下,形成一个开放的 Interplay 运行环境。

第二种是 Intermedia server,它是新型的面向对象数据库服务器,用以管理和集成多媒体数据和应用。

第三种是 Gain Momentum,它是一个面向对象的,用来操作多媒体的应用开发环境,内含一个对象库管理多媒体对象,一个本地库用于临时对象的存取。它可以各种媒体形式表现系统中相应信息,在此基础上开发和集成多媒体数据。

## 3. 基于超文本模型的数据库方法

多媒体是超文本的超集。在理论上,从超文本模型着手研究多媒体数据的管理,能较好地解决多媒体数据的复合性、分散性和时序性等问题,比较适合对非格式化数据的定义和操作,特别是时、空关系的展示,再加上基于导航的存取更有利于相关信息的快速存取实现多媒体数据库管理系统的各项功能。然而,至今仍处在探索阶段。

## 四、数据传输技术

在多媒体与虚拟现实技术的农业应用中的数据传输技术非常关键，地位十分重要，它的原理是不同应用系统之间的通信，其工作流程是从数据采集系统的传感器形成数据或数据库中存储的数据开始，利用计算机网络，经数据编码、压缩、调制、信道传输、解调、译码等一系列环节，最终将原始数据流恢复并传输到需要数据的终端而结束。该项技术既是多媒体与虚拟现实相结合应用的关键技术之一，也是现代农业信息技术的前沿研究课题。本章主要介绍现今应用最为广泛的数据传输技术——网络通信技术的基本概念，网络的通信协议和组网的拓扑类型，最后说明一下最常见的网络信息浏览的工具——网页的构建方法和工作原理。

### 网络

随着信息时代的到来，计算机网络已经成为各行各业必不可少的自动化手段，特别是对于农业这样生产分布范围广，信息、交通相对闭塞的产业，只有通过计算机网络把地理上分散的计算机进行互连及资源共享，实现生产各部门远距离的高速信息传送、收集、存储、检索及控制，才能克服农业本身产生的难题，促进农业生产，提高农产品竞争力。在《关于做好 2000 年农业和农村工作的意见》中明确提出：“要大力开展新的农业技术革命，逐步建立具有世界先进水平的农业科技创新体系。”由此可见，21 世纪的农业是信息农业的时代，而农业科技创新离不开网络在农业中的应用。

#### （一）网络的基本概念和功能

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，它是 20 世纪重要的科技成就之一，现在计算机网络已经成为信息社会的基础设施，它是资源共享、信息交换的重要的平台。因此，通常人们所说的计算机网络，就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互连成一个规模大、功能强的网络系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享信息资源。按照网络的覆盖范围来划分，我们可以将计算机网络分为局域网、广域网和城域网。现实生活中我们使用最多的就是互联网，它是一种全球范围意义上



的广域网, 用户可以利用互联网实现全球范围的共享资源、交流信息、发布和获取信息。

随着计算机网络科技和信息传播方式的发展, 以互联网为代表的计算机网络已经成为人们获取、处理、传递信息的主要途径, 人们运用计算机网络购物、学习、看报、预订机票等。毫不夸张地说, 计算机网络已经渗透到我们的方方面面, 正在深刻地改变着我们的生活和思维方式, 它以无以抵挡的趋势在影响着我们学习和生活, 一个人如果拒绝网络无异于将自己与世界隔绝。一般来说, 计算机网络可以提供一些主要功能:

第一, 资源共享。网络的出现使资源共享变得很简单, 交流的双方可以跨越时空的障碍, 随时随地传递信息。

第二, 信息传输与集中处理。数据是通过网络传递到服务器中, 由服务器集中处理后再回送到终端。

第三, 负载均衡与分布处理。负载均衡同样是网络的一大特长。举个典型的例子: 一个大型 ICP (Internet 内容提供商) 为了支持更多的用户访问他的网站, 在全世界多个地方放置了相同内容的 WWW 服务器; 通过一定技巧使不同地域的用户看到放置在离他最近的服务器上的相同页面, 这样来实现各服务器的负荷均衡, 同时用户也省了不少冤枉路。

第四, 综合信息服务。网络的一大发展趋势是多维化, 即在一套系统上提供集成的信息服务, 包括来自政治、经济等各方面资源, 甚至同时还提供多媒体信息, 如图像、语音、动画等。在多维化发展的趋势下, 许多网络应用的新形式不断涌现, 如:

- 电子邮件 (E-mail): 电子邮件是用户通过计算机网络以电子形式发送的信件。与传统的邮件相比, 电子邮件具有明显优势。一是电子邮件的速度快, 它以光的速度进行传播。二是电子邮件使用非常方便, 价格便宜。三是电子邮件的功能强大, 传统的邮件一封信只能发给一个人, 而电子邮件可以同时发给很多人。除了传输文字, 电子邮件还能传递图片、动画、声音和图像等。四是电子邮件的即时性强, 可以立刻回复, 花费的时间较少。五是电子邮件具有档案性的特点, 查阅起来比较方便。

- 在线聊天: 在线聊天有两种形式, 一种是许多人在一起进行, 聊天者既可以同时对所有其他参与者讲话, 也可以对某一特定参与者讲话。另一种网上聊天的模式是以名人为中心的聊天, 在这模式中, 人们围绕某一名人展开讨论, 大家有明确的主题, 交流的效率较高, 传达的信息量也较大。

- 网上论坛 (BBS): BBS 是电子公告板系统 (Bulletin Board System) 的缩写, BBS 就像现实生活中的公告栏一样, 用户除了可以在上面获取信息之





外,还可以将自己想要发布的信息或自己观点张贴到公告栏上,让大家进行讨论。实践证明:BBS的一个主要功能在于它的交互性。参与者一般都是匿名的,这样有利于减少他们的心理压力,更好地发挥网络功能。同时BBS的传输速度快,使用起来比较方便。

- 信息搜索:通过计算机网络,用户可以从成千上万的图书馆、政府部门、公司企业和非盈利性组织的数据库中搜索信息。因此,其具有强大的信息检索功能。

- FTP 文件传输:FTP是“文件传输协议”(File Transfer Protocol)的简称,它的作用是用户可以从世界各地的联网计算机中获取文件并复制到自己的计算机上,或者把自己计算机上的文件发送到其他的计算机上。与电子邮件或BBS不同,FTP的文件传输更具有实时性和交互性。

- Telnet 远程登录:远程登录是一个能够使人们与因特网上其他计算机相连的工具,它可以像主人一样使用远程计算机。远程登录通常用于公共、教育或商业目的,允许远程用户检索大型、复杂的数据库。目前世界上许多的学术机构、大学图书馆和一些政府部门通过远程登录服务向公众提供联机检索服务。

- Usenet 新闻组:Usenet新闻组也称新闻讨论组,是因特网上提供了一种分主题讨论的服务方式,可以说,Usenet新闻组是一个世界范围的BBS。用户可以通过E-mail的方式参加一个或多个主题的讨论,当一个用户提出一个问题时,同一个讨论组的其他用户都会收到,他们会及时地给予帮助。

总之,21世纪是知识的时代,信息的时代,人们的生活离不开网络,而计算机网络也必将在各行各业中扮演着越来越重要的角色,提供更多更有效的服务和功能。

## (二) 网络发展

以互联网络为代表的计算机网络的发展并不是一朝一夕的结果,而是经过数十年的探索、实践和几代人的辛勤努力才发展并逐渐成熟起来的。

### 1. 国外网络发展的历程

计算机网络和今天的Internet的发展可以追溯到20世纪60年代初期,在随着1946年世界上第一台电子计算机问世后的十多年时间内,由于价格很昂贵,电脑数量极少。早期所谓的计算机网络主要是为了解决这一矛盾而产生的,其形式是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接连接,我们也可以把这种方式看作为最简单的局域网雏形。

最早的Internet,是由美国国防部高级研究计划局(ARPA)建立的。现代

计算机网络的许多概念和方法,如分组交换技术都来自 ARPAnet。ARPAnet 不仅进行了租用线互联的分组交换技术研究,而且做了无线、卫星网的分组交换技术研究——其结果导致了 TCP/IP 问世。

1977 ~ 1979 年, ARPAnet 推出了目前形式的 TCP/IP 体系结构和协议。1980 年前后, ARPAnet 上的所有计算机开始了 TCP/IP 协议的转换工作,并以 ARPAnet 为主干网建立了初期的 Internet。1983 年, ARPAnet 的全部计算机完成了向 TCP/IP 的转换,并在 UNIX (BSD4.1) 上实现了 TCP/IP。ARPAnet 在技术上最大的贡献就是 TCP/IP 协议的开发和应用。1985 年,美国国家科学基金组织 NSF 采用 TCP/IP 协议将分布在美国各地的 6 个为科研教育服务的超级计算机中心互联,并支持地区网络,形成 NSFnet。1986 年, NSFnet 替代 ARPAnet 成为 Internet 的主干网。1988 年 Internet 开始对外开放。1991 年 6 月,在连通 Internet 的计算机中,商业用户首次超过了学术界用户,这是 Internet 发展史上的一个里程碑,从此 Internet 成长速度一发不可收拾。

## 2. 国内网络发展历程

网络在国内的发展历程可以大略地划分为 3 个阶段:

第一阶段为 1987 ~ 1993 年,也是研究试验阶段。在此期间我国一些科研部门和高等院校开始研究 Internet 技术,并开展了科研课题和科技合作工作,但这个阶段的网络应用仅限于小范围内的电子邮件服务。

第二阶段为 1994 ~ 1996 年,同样是起步阶段。1994 年 4 月,北京中关村地区教育与科研示范网络工程进入 Internet,从此中国被国际上正式承认为有 Internet 的国家。之后, Chinanet、CERNET、CSTnet、Chinagbnet 等多个 Internet 网络项目在全国范围相继启动, Internet 开始进入公众生活,并在中国得到了迅速的发展。至 1996 年底,中国 Internet 用户数已达 20 万,利用 Internet 开展的业务与应用逐步增多。

第三阶段从 1997 年至今,是 Internet 在我国发展最为快速的阶段。国内 Internet 用户数 1997 年以后基本保持每半年翻一番的增长速度。增长到今天,上网用户已超过 1 000 万。据中国 Internet 络信息中心 (CNNIC) 公布的统计报告显示,截至 2003 年 6 月 30 日,我国上网用户总人数为 6 800 万人。这一数字比年初增长了 890 万人,与 2002 年同期相比则增加了 2 220 万人。

中国目前有五家具有独立国际出入口线路的商用性 Internet 骨干单位,还有面向教育、科技、经贸等领域的非营利性 Internet 骨干单位。现在有 600 多家网络接入服务提供商 (ISP),其中跨省经营的有 140 家。

随着网络基础的改善,用户接入方面新技术的采用,接入方式的多样化和运营商服务能力的提高,由于接入网速率慢而形成的瓶颈问题将会得到进一步

改善,上网速度将会更快,从而促进更多的应用在网上实现。

目前,尽管我国的互联网取得了如此好的成绩,但政府还是对中国互联网今后的发展重点作了以下几点部署:

——根据国务院已颁布的《电信条例》和《Internet 信息服务管理办法》修订已有的网络管理法规,并根据网络发展实际不断完善和制定新的法规;

——扩大网络规模,优化网络结构,避免重复建设,使网络向综合化,宽带化,智能化发展;

——在基础网络方面,要进一步引入竞争机制,促使价格降低,改善服务,解决带宽这个制约网络发展的瓶颈问题;

——充分利用社会资源,如图书馆、公共数据库等,丰富网上中文内容;

——要十分重视网络安全问题。目前,国内的高校和科研机构已有多项科研计划专门研究,一些成果已开始应用;

——加强中国与国际网络界的联系。中国教育和科研部门已经开始与国外的关于下一代 Internet 的合作研究。第一代 Internet 主要是由国外研究发展的,中国起步虽晚,但是通过努力已经逐渐拉近了与国际水平的距离。

### (三) 网络的相关设备

计算机网络的产生、发展及其广泛应用过程可以看出,计算机网络的具体组成皆受新的应用需求的驱动,因而计算机网络是新的应用不断发明和部署的基础架构。在计算机网络的正常使用过程中,离不开各个相关设备的协作,这些设备通常分为网络硬件和网络软件两类。

#### 1. 网络硬件

组成计算机网络的常见硬件设备通常有:线缆、网卡(NIC)、集线器(Hub)、交换机(Switch)、路由器(Router)、调制解调器(Modem)等,它们的功能各有不同。

局域网的距离扩展需要通过线缆来实现,不同的局域网有不同连接线缆,如光纤、双绞线、同轴电缆等。

网卡插在计算机主板插槽中,负责将用户要传递的数据转换为网络上其他设备能够识别的格式,通过网络介质传输。它的主要技术参数为带宽、总线方式、电气接口方式等。

集线器是单一总线共享式设备,提供很多网络接口,负责将网络中多个计算机连在一起。所谓共享是指集线器所有端口共用一条数据总线,因此平均每用户(端口)传递的数据量、速率等受活动用户(端口)总数量的限制。它的主要性能参数有总带宽、端口数、智能程度(是否支持网络管理)、扩展性

(可否级联和堆叠)等。

交换机也称交换式集线器。它同样具备许多接口,提供多个网络节点互连。但它的性能却较共享集线器大为提高:相当于拥有多条总线,使各端口设备能独立地作数据传递而不受其他设备影响,表现在用户面前即是各端口有独立、固定的带宽。此外,交换机还具备集线器欠缺的功能,如数据过滤、网络分段、广播控制等。

广域网通信过程根据地址来寻找到达目的地的路径,这个过程在广域网中称为“路由(Routing)”。路由器负责在各段广域网和局域网间根据地址建立路由,将数据送到最终目的地。

调制解调器作为终端系统和通信系统之间信号转换的设备,是广域网中必不可少的设备之一。分为同步和异步两种,分别用来与路由器的同步和异步串口相连接,同步可用于专线、帧中继、X.25等,异步可用于PSTN的连接。

## 2. 网络软件

网络软件可以分为端系统(客户机、服务器)、无连接和面向连接服务。

我们每天使用的计算机在网络领域通常被称为主机或者端系统。所谓主机是因为其上驻扎着应用级程序,例如Web浏览器、服务器程序或者电子邮件程序。被称为端系统的缘由在于它们位于网路的边缘。

主机又可以进一步分为两大类:客户机和服务器。非正式的说法是客户机一般为桌面PC(个人电脑)或工作站,而服务器是功能更加强大的机器。在客户机/服务器模式中,运行在一个端系统的客户机程序向另一个端系统的服务器发送请求,而且接受对方的相应信息。这种客户机/服务器模式无疑是网络应用的一种流行模式。Web、电子邮件、文件传送、远程登录、新闻组以及许许多多的流行应用皆采用此种模式。

客户机和服务器的计算机是最流行的端系统。然而越来越多的其他设备,诸如网络计算机和瘦客户机、Web TV和机顶盒、数字相机等作为端系统也被连接到Internet上。

端系统按照不同的应用约定相互交换报文以达到某种用途。链路、路由器以及网络的其他部分为端系统的应用提供了交换报文的途径。通常的计算机网络和Internet为应用提供了两类通信服务:无连接服务和面向连接的服务。开发者在开发网络应用时必须制定哪种网络服务。

当网络应用采用面向连接的服务时,客户机和服务器在发送实际数据之前要相互发送控制报文。这个过程称为握手过程。一旦完成握手过程,两个端系统就完成了连接,但这两个端系统的连接是以松散方式进行连接的,分组交换机是不维护任何连接状态信息的。



无连接服务没有握手过程,当应用程序的一方需要发送数据给另外一方时,只要简单地发出报文。因为在分组交换之前没有提供握手过程,因此数据会传得很快。但由于缺乏确认手段,发送方将无法知晓分组是否发送到达对方,而且服务没有提供流量控制和拥塞控制。

我们大多数所熟知的网络应用大多是面向连接的服务,这些应用包括 Telnet (远程登录)、SMTP (电子邮件)、FTP (文件传送) 和 HTTP (Web)。然而无连接的服务用处也多多,这其中包括诸如网络电话、音频点播和视频会议等多媒体应用。

## 网络协议

随着信息化时代的到来,计算机网络在人们的生活中发挥着日益重要的作用。在网络的使用过程中,计算机之间利用网络进行通信是一种常见的应用,然而这种通信若要正常进行,其中所涉及的所有部分都必须认同一套用于信息交换的规则。在这种需求的驱动下,网络的协议就应运而生了。

### (一) 网络协议的定义和分类

共享计算机网络的资源以及在网络中交换信息,需要实现不同系统中的实体的通信。实体包括用户应用程序、文件传送包、数据库管理系统、电子邮件设备以及终端等,系统包括计算机、终端和各种设备等。一般说来实体是能发送或接收的任何东西,而系统是物理上明显的物体,它包含一个或多个实体。两个实体要想成功地进行通信,它们必须要有同样地语言。交流什么,怎样交流及何时交流,都必须遵从有关实体间某种互相都能接受的一些规则,这些规则的集合称为协议。简而言之,网络协议是计算机网络为了进行数据交换而建立的规则、约定或标准,它起着计算机之间通信桥梁的作用。一般来说对网络协议进行分析,可以了解网络的运行情况,优化和选择合适的网络协议可以提高网络的传输速度。

通常,网络协议可分为硬件协议和软件协议。硬件协议定义了硬件设备如何运作以及如何在一起协同工作。如:10Base-T Ethernet (以太网) 协议便是一种硬件协议,它准确定义了两个 10Base-T Ethernet 设备如何交换信息,以及出现不正常的传输或中断后该采取什么解救措施,它能检查电压以及哪些电缆可用于传输和接收,所有这些工作不涉及任何程序的运行,都是由硬件电路完成;软件协议是装载在客户机和服务器中特定的协议包,它包含了电脑特定网络设备或服务所需的协议,程序之间的通信就是通过软件协议完成的。简单来

说, 协议的本质是两实体间控制数据交换的规则集合。协议的关键成分是语法、语义、定时。

语法 (syntax) 是对协议元素的含义进行解释, 不同类型的协议元素所规定的语义是不同的。例如需要发出何种控制信息、完成何种动作及得到的响应等。它包括数据格式、编码及信号电平。

语义 (semantics) 是将若干个协议元素和数据组合在一起用来表达一个完整的内容所应遵循的格式, 也就是对信息的数据结构做一种规定。例如用户数据与控制信息的结构和格式等。它包括用于协调和差错处理的控制信息。

定时 (timing) 包括速度匹配和排序。

在通信过程中, 不同系统中的实体间通信任务十分复杂, 相互不可能作为一个整体来处理, 否则任何一方的改变, 都要修改整个软件包。网络设计者解决这个难题的办法是采取了把通信问题划分成多个子问题, 然后为每个子问题设计一个单独的协议。这样做使得每个协议的设计分析、实现和测试比较容易。正如我们将看到的那样, 将通信软件划分为多个协议增加了灵活性。我们必须仔细地划分各个协议, 以确保生成的通信系统有效和高效。怎样保证这些协议很好地协同工作呢? 答案在于设计一个完整的方案: 不是孤立地开发每个协议, 而是将协议设计、开发成完整、协作的集合, 即协议系列或协议族。协议系列中的每个协议解决部分通信问题, 这些协议合起来就解决了整个通信问题, 而且, 整个系列被设计成能在协议之间高效交互。分层模型是其中最重要的工具之一。本质上说, 分层模型描述了把通信问题分为几个子问题 (称为层) 的方法, 一个协议系列可通过对应每一层规定一个协议来设计。通信协议之间的关系如图 4.1 所示。

## (二) 几类常见网络协议

目前, 在计算机网络中用到的协议很多, 如局域网络协议的 NetBEUI、IPX/SPX 和广域网络协议中的高级数据链路控制协议 (HDLC)、点到点协议 (PPP)、数字数据网 (DDN)、综合业务数字网 (ISDN)、数字用户线 (xDSL)、X.25 协议、帧中继 (FR)、异步传输模式 (ATM) 等。下面我们介绍一下 Internet 网络所广泛使用的 TCP/IP 协议和国际标准化组织 (ISO) 提出的开放式系统互连模型 (OSI)。

### 1. 开放式系统互连模型 (OSI)

国际标准化组织 ISO 于 1981 年正式推荐了一个网络系统结构——七层参考模型, 也称开放系统互连模型 (Open System Interconnection, 简称 OSI)。由于这个标准模型的建立, 使得各种计算机网络向它靠拢, 大大推动了网络通信

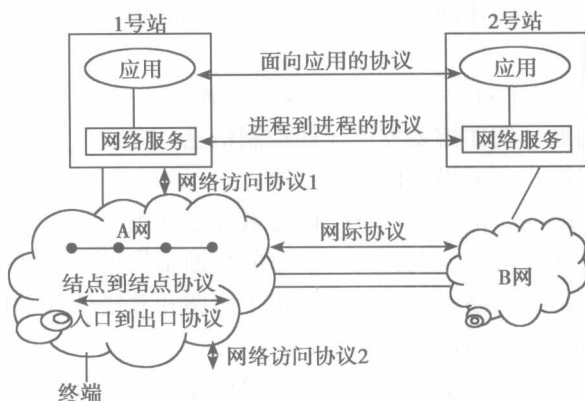


图 4.1 通信协议之间的关系

的发展。

OSI 参考模型将整个网络通信的功能划分为七个层次，这样的七层模型是一个理论模型，实际应用则千变万化，因此更多把它作为分析、评判各种网络技术的依据。对大多数应用来说，只将它的协议族（即协议堆栈）与七层模型作大致的对应，看看实际用到的特定协议是属于七层中某个子层，还是包括了上下多层的功能。这样分层有许多优势，比如：使人们容易探讨和理解协议的许多细节；在各层间标准化接口，允许不同的产品只提供各层功能的一部分（如路由器在一到三层），或者只提供协议功能的一部分如 Win95 中的 Microsoft TCP/IP；创建更好集成的环境；减少复杂性，允许更容易编程改变或快速评估；用各层的 headers 和 trailers 排错；较低的层为较高的层提供服务；把复杂的网络划分成为更容易管理的层

OSI 分层由低到高分别是物理层、链路层、网络层、传输层、会议层、表示层、应用层。每层完成一定的功能，每层都直接为其上层提供服务，并且所有层次都互相支持。第四层到第七层主要负责互操作性，而一层到三层则用于创造两个网络设备间的物理链接。

#### (1) 物理层

物理层是 OSI 的第一层，它虽然处于最底层，却是整个开放系统的基础。物理层为设备之间的数据通信提供传输媒体及互连设备，为数据传输提供可靠的环境。

物理层的媒体包括架空明线、平衡电缆、光纤、无线信道等。通信用的互连设备指 DTE 和 DCE 间的互连设备。DTE 即数据终端设备，又称物理设备，计算机、终端等都包括在内。而 DCE 则是数据通信设备或电路连接设备，包



括调制解调器等。数据传输通常是经过 DTE——DCE，再经过 DCE——DTE 的路径。互连设备是将 DTE、DCE 连接起来的装置，如各种插头、插座。LAN 中的各种粗、细同轴电缆、T 型接、插头、接收器、发送器、中继器等都属物理层的媒体和连接器。

物理层的主要功能是为数据端设备提供传送数据的通路，数据通路可以是一个物理媒体，也可以是多个物理媒体连接而成。一次完整的数据传输，包括激活物理连接、传送数据和终止物理连接。所谓激活，就是不管有多少物理媒体参与，都要在通信的两个数据终端设备间连接起来，形成一条通路。同时，物理层还要形成适合数据传输需要的实体，为数据传送服务。一是要保证数据能在其上正确通过，二是要提供足够的带宽，以减少信道上的拥塞。传输数据的方式能满足点到点、一点到多点、串行或并行、半双工或全双工、同步或异步传输的需要。

### (2) 数据链路层

数据链路可以粗略地理解为数据通道。物理层要为终端设备间的数据通信提供传输媒体及其连接。媒体是长期的，连接是有生存期的。在连接生存期内，收发两端可以进行数量不等的一次或多次数据通信。每次通信都要经过建立通信联络和拆除通信联络两个过程。这种建立起来的数据收发关系就叫做数据链路。而在物理媒体上传输的数据难免受到各种不可靠因素的影响而产生差错，为了弥补物理层上的不足，为上层提供无差错的数据传输，就要能对数据进行检错和纠错。数据链路的建立、拆除，对数据的检错、纠错是数据链路层的基本任务。

链路层是为网络层提供数据传送服务的，这种服务要依靠本层具备的功能来实现。链路层应具备四项功能：一是链路连接的建立、拆除、分离。二是帧定界和帧同步。链路层的数据传输单元是帧，协议不同，帧的长短和界面也有差别，但无论如何必须对帧进行定界。三是顺序控制，指对帧的收发顺序的控制。四是差错检测和恢复。还有链路标识，流量控制等。差错检测多用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码，而帧丢失等用序号检测。各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。

### (3) 网络层

网络层的产生也是网络发展的结果，在联机系统和线路交换的环境中，网络层的功能没有太大意义。但当数据终端增多时，它们之间有中继设备相连，此时会出现一台终端要求不只是与惟一的一台通信，而是能和多台终端通信的情况，这就是产生了把任意两台数据终端设备的数据链接起来的问题，也就是路由或者寻径。另外，当一条物理信道建立之后，被一对用户使用时，往往有





许多空闲时间被浪费掉。人们自然会希望让多对用户共用一条链路,为解决这一问题就出现了逻辑信道技术和虚拟电路技术,能同时提供这两种技术的分层正是网络层。

通常,网络层为建立网络连接和为上层提供服务,应具备以下主要功能:路由选择和中继;激活和终止网络连接;在一条数据链路上复用多条网络连接,多采取分时复用技术;差错检测与恢复;排序,流量控制;服务选择;网络管理。

#### (4) 传输层

传输层也称运输层,存在于端开放系统中,它是位于网络7层模型的正中,是介于低三层通信子网系统和高三层之间的一层,有承上启下的作用,因而是很重要的一层,它是源端到目的端对数据传送进行控制从低到高的最后一层。在两台计算机经过网络进行数据通信过程中具有缓冲作用。当网络层服务质量不能满足要求时,它将服务加以提高,以满足高层的要求。当网络层服务质量较好时,它只用很少的工作。传输层还可进行复用,即在一个网络连接上创建多个逻辑连接。

在网络世界中,有一个既存事实,即世界上各种通信子网在性能上存在着很大差异,例如电话交换网、分组交换网、公用数据交换网、局域网等通信子网都可互连,但它们提供的吞吐量、传输速率、数据延迟通信费用各不相同。对于会话层来说,却要求有一性能恒定的界面。这样一来,传输层就承担了这一功能。它采用分流/合流、复用/介复用技术来调节上述通信子网的差异,使会话层感受不到不同网络互联的差异。

此外,传输层还要具备差错恢复、流量控制等功能,以此对会话层屏蔽通信子网在这些方面的细节与差异。传输层面对的数据对象已不是网络地址和主机地址,而是和会话层的界面端口。上述功能的最终目的是为会话提供可靠的、无误的数据传输。传输层的服务一般要经历传输连接建立、数据传送、传输连接释放这3个阶段才算完成一个完整的服务过程。而在数据传送阶段又分为一般数据传送和加速数据传送两种。根据残留差错率和可通告差错率,可把网络服务分成3类:A类型网络服务、B类型网络服务、C类型网络服务。针对传输实体所用的不同类型的网络服务,可把传输层服务协议分成5种类型(表4.1),这样基本可以满足对传送质量、传送速度、传送费用的各种不同需要。传输层的协议标准有ISO 8072(也称“面向连接的传输服务定义”)。

表 4.1 传输协议与网络服务

协议组别	网络类型	名称
0	A	普通级
1	B	基本差错恢复级
2	A	多路复用级
3	B	差错恢复与多路复用级
4	C	差错检验与恢复级

### (5) 会话层

会话层提供的服务可使应用建立和维持会话，并能使会话获得同步。会话层使用校验点可使通信会话在通信失效时从校验点继续恢复通信。这种能力对于传送大的文件极为重要。会话层、表示层、应用层构成开放系统的高三层，面对应用进程提供分布处理，对话管理、信息表示、恢复最后的差错等。

会话层同样要担负应用进程服务所要求的而运输层不能完成的那部分工作，给运输层功能差距以弥补。主要的功能是对话管理、数据流同步和重新同步。要完成这些功能，需要由大量的服务单元功能组合，已经制定的功能单元已有几十种。会话层主要功能如下：

- 数据交换，它分为 3 个阶段：会话的建立、使用和拆除。其中在会话的建立过程中包括这样几项工作：将会话地址映射为运输地址；选择需要的运输服务质量参数（QOS）；对会话参数进行协商；识别各个会话连接；传送有限的透明用户数据。在使用阶段实施过程中，两个会话用户之间实现有组织的，同步的数据传输：用户数据单元为 SSDU，而协议数据单元为 SPDU，会话用户之间的数据传送过程是将 SSDU 转变成 SPDU 进行的。拆除阶段是通过“有序释放”，“废弃”，“有限量透明用户数据传送”等功能单元来释放会话连接的。

- 对话管理。

- 活动管理，这是一个与同步密切相关的关键性特征。

会话层标准为了使会话连接建立阶段能进行功能协商，也为了便于其他国际标准参考和引用，定义了 12 种功能单元。各个系统可根据自身情况和需要，以核心功能服务单元为基础，选配其他功能单元组成合理的会话服务子集。会话层的主要标准有“DIS8236：会话服务定义”和“DIS8237：会话协议规范”。

### (6) 表示层

表示层有 4 个主要功能：给用户提供一种会话服务的方式；提供一种确定

复杂数据的结构的方法；管理当前请求数据结构组；在内部和外部形式间实现数据转换。在这些功能中，比较重要的一项是为异种机通信提供一种公共语言，以便能进行互操作。这种类型的服务之所以需要，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同。例如，IBM 主机使用 EBCDIC 编码，而大部分 PC 机使用的是 ASCII 码。在这种情况下，便需要会话层来完成这种转换。

在会话层以下的五层中，网络完成了端到端的数据传送，并且是可靠，无差错的传送。但是数据传送只是手段而不是目的，最终是要实现对数据的使用。由于各种系统对数据的定义并不完全相同，最易理解的例子是键盘，其上的某些键的含义在许多系统中都有差异，这自然给利用其他系统的数据造成了障碍，表示层和应用层就担负了消除这种障碍的任务。对于用户数据来说，可以从两个侧面来分析，一个是数据含义被称为语义，另一个是数据的表示形式，称作语法。像文字、图形、声音、文种、压缩、加密等都属于语法范畴。表示层设计了 3 类 15 种功能单位，其中上下文管理功能单位就是沟通用户间的数据编码规则，以便双方有一致的数据形式，能够互相认识。

ISO 表示层为服务、协议、文本通信符制定了 DP8822、DP8823D、IS6937/2 等一系列标准。

### (7) 应用层

应用层是开放系统的最高层，是直接为应用进程提供服务的。其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时，完成一系列业务处理所需的服务。其服务元素分为两类：公共应用服务元素 CASE 和特定应用服务元素 SASE。CASE 提供最基本的服务，它成为应用层中任何用户和任何服务元素的用户，主要为应用进程通信，分布系统实现提供基本的控制机制。特定服务 SASE 则要满足一些特定服务，如文卷传送、访问管理、作业传送、银行事务、订单输入等。

这些将涉及虚拟终端、作业传送与操作、文卷传送及访问管理、远程数据库访问、图形核心系统及开放系统互连管理等。应用层的标准有“DP8649 公共应用服务元素”、“DP8650 公共应用服务元素用协议”、文件传送、访问和管理服务及协议。

### 2. TCP/IP 协议

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)，即传输控制协议/互联网协议，是不同操作系统计算机网络互联的通用协议，它为 Internet 提供了基本的网络通讯工具，是 Internet 所有服务的基础。由于其开放性、适应性强等特点，以及基本的分层结构，包括交换技术、科学地编址和方便地选择路由，并提供了各种可能的服务，能和许多基本的通信 (GSM、ATM、CDMA

等) 技术兼容, 已经成为当今技术最成熟、应用最广泛的网络协议。

TCP/IP 如同 OSI 参考模型, 也是一种分层模型。它是由基于硬件层次上的 4 个概念性层次构成, 即应用层、传输层、IP 层和网络接口层。图 4.2 给出了这些概念性层次结构以及这些层次结构之间传送数据的形式。

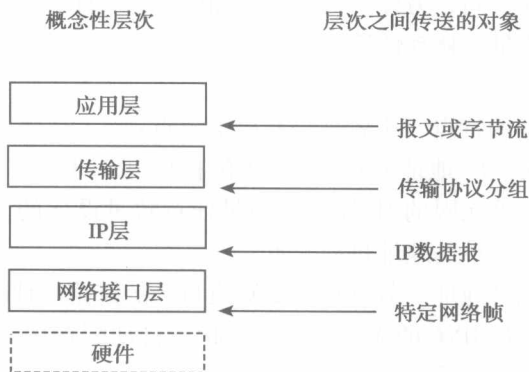


图 4.2 TCP/IP 概念性层次结构

在最高层——应用层, 用户调用应用程序来访问 TCP/IP 互连网络提供的多种服务。应用程序负责发送和接受数据。每个应用程序选择所需的传送服务类型, 这些类型可以是独立的报文序列, 或者是连续的字节流。应用程序按要求的格式传送给传输层。

传输层的基本任务是提供应用层之间的通信, 即端到端的通信, 传输层管理信息流, 提供可靠的传输服务以确保数据无差错地按序到达, 传输层软件将要传送的数据流划分成分组, 并连同目的地传送到下一层。

IP 层处理机器之间的通信。它接受来自传输层的请求, 将带有目的地址的分组发送出去。将分组封装到数据报中, 填入数据报头, 使用路由算法以决定是将数据报直接传送给目的主机还是路由器, 然后把数据报送入相应的网络接口来传送。IP 层还要处理接受到的数据报, 检验其正确性, 并决定是由本地接收还是路由至相应的目的站。

网络接口层也称数据链路层, 这是 TCP/IP 的最底层。该层负责接收 IP 数据报并发送至选定的网络。网络接口可以是一个设备驱动器, 也可能是一个复杂的具有数据链路协议的子系统。

### (三) 新一代的网络协议

随着 TCP/IP 网络规模和业务的迅速发展, TCP/IP 网络的用户数急剧增



加,正因为如此,TCP/IP 网络也暴露出越来越多的问题,如地址空间不足、QOS (服务质量)、安全问题等。为了解决 Internet 的这些问题,尤其是解决地址空间不足的问题,IETF (互联网工程任务组) 于 1982 年在 IPv4 的基础上定义了下一代的 Internet 协议,被称之为“IPng”或“IPv6”。IPv6 解决的最大问题是扩大了地址空间,另外,它与 IPv4 相比在其他许多方面都具有优势,例如安全性、服务质量、移动性等。

### 1. IPv6 的特点

IPv6 具有多方面的特点,主要表现有以下六点:

①地址容量巨大。IP 地址的长度由 32 位扩展到 128 位,理论上有 2 128 个地址,能够提供近乎无限的 IP 地址,满足任意数量设备的上网需求,更多级的地址层次和较为简单的地址自动配置。

②定义了任一成员地址。节点只需要知道自己的链路层地址及本地网络的子网前缀,就能够通过 IPv6 的无状态或者全状态自动配置得到惟一的 IPv6 地址,从而成为网络的一部分。

③报头格式简单。IPv6 报头删除了 IPv4 报头中许多不常用的域,采用扩展报头方式实现不常用的功能。这种方式可提高数据包处理效率,减少了中间路由器的处理时延。

④具有“即插即用”功能。即插即用使节点直接连接到网络后,不需要经过任何人工配置就能够使用,即插即用使网络的管理和控制变得更加简单。

⑤安全性。与 IPv4 不同的是,IPv6 中包括一个新的协议 IPS (IPsecurity Protocol),通过该协议可以保障网络层的安全性,解决网络层端到端的网络安全问题。

⑥可扩展性。IPv6 协议可以对首部进行扩展,从而定义了新的特征。IPv6 还定义了一种扩展,可以支持权限验证和数据完整性。

⑦服务质量能力。IPv6 增加了一种新的能力,如果某些报文分组属于特定的工作流,发送者要求对其给予特殊处理,则可对这些报文分组加标号。

### 2. IPv6 与 IPv4 的比较

地址空间:IPv6 的地址容量巨大,地址长度为 128 位,理论上有 2 128 个地址。而 IPv4 的地址长度只有 32 位,理论上有 2 32 个地址。与 IPv4 相比,IPv6 扩大了地址空间,海量的 IP 地址能够满足现在网络规模和业务的发展和网络用户数急剧增加的需要。

报头格式:IPv6 的报头格式简单,删除了 IPv4 中许多不太常用的域,要实现不常用的功能采取了扩展报头的方式,这种方式提高了数据处理的效率,减少了延迟。



安全性: IPv6 在 IPv4 的基础上增加了网络层的安全协议——IPsec, 使 IPv6 的安全性进一步提高, 保证了端到端的安全通信。通过配置 IPsec 网关和隧道这两种方式是实现了内部网络的安全, 同时 IPv6 还引入了网络加密技术, 使网络通讯的保密性会越来越强。

服务能力: 支持 QoS (Quality of Service), IPv6 基本报头中包含一个 8 位的业务流类别 (Class) 和一个 20 位的流标签 (Flow Label), 为更详细地区分服务质量提供支持, 提供更高的服务质量保证。

地址表示方法: IPv6 地址表示方法: 一个 IPv6 的 IP 地址由 8 个地址节组成, 每节包含 16 个地址位, 以 4 个十六进制数书写, 节与节之间用冒号分隔, 除了 128 位的地址空间, IPv6 还为点对点通信设计了一种具有分级结构, 称为可聚合全局单点广播地址。IPv4 地址表示方法: 一个 IPv4 地址由 4 个地址节组成, 每节包含 8 个地址位, 以 2 个 16 进制数写成节与节之间也用冒号分隔。

### 3. IPv6 的发展前景

未来的网络将会向互联网与电信网等各种数字模拟网络相融合的方向发展, 通讯子网和资源子网的不断地高度融合将是未来网络发展的必然趋势。IPv6 协议与下一代网络有着密切的关系, IPv6 的发展将成为下一代网络的发展重点。一般来说, 下一代语音、数据、视频融合的通信网络对网络的安全、质量和移动性都提出了更高的要求, 然而现有的互联网基本协议 IPv4 在地址空间、端到端的 IP 连接、服务质量、网络安全和移动性等方面都暴露出了不足, 同时这一协议的缺陷和不足会极大限制 Internet 网络的进一步发展。因此, IPv6 必将成为下一代互联网络的发展方向。

我国以 IPv6 为基础的下一代互联网也正进入关键时期。2004 年 1 月, 中国电信第二个互联网骨干网 CN2 项目启动。2004 年 12 月 26 日, 国家发改委、教育部等 8 部委联合宣布, 中国下一代互联网示范工程 CNGI 核心网正式开通, 由此在中国掀起了下一代互联网热潮。紧接着, 我国首个 IPv6 专业委员会在北京成立, 我国互联网关键技术新一代核心路由器研制成功, 下一代互联网应用与服务全球测试平台在中国启动。下一代互联网 CN 域名开通, 并且其域名系统成功接入 IPv6 等。从中不难看出, 在我国, 运营商的下一代网络正逐渐浮出水面, IPv6 应用的研发与示范推广将我国成为下一阶段的重点。

## 网络拓扑的类型

计算机网络的组成元素可以分为两大类, 即网络结点 (又可分为端结点和转发结点) 和通信链路, 其中网络结点作为计算机网络的要素之一, 它们

之间的互联模式对于网络的通讯至关重要, 如何设置网络中结点的互连模式是网络的拓扑结构研究的主要内容。

### (一) 网络拓扑的基本概念

网络的拓扑结构是抛开网络物理连接来讨论网络系统的连接形式, 网络中各站点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。网络的拓扑图能够直观地给出网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接, 从而指导实际的网络构建工作。

在通常情况下, 设计人员对网络拓扑结构的选择往往和传输介质的选择、介质访问控制方法的确定等问题紧密相关。一般情况下, 在选择拓扑结构时, 应该考虑的主要因素有以下三个问题:

一是费用问题。不论选用什么样的拓扑结构都需进行安装, 如电缆布线等。要降低安装费用, 就需要对拓扑结构、传输介质、传输距离等相关因素进行分析, 选择合理的方案。

二是灵活性问题。在设计网络时, 考虑到设备和用户需求的变迁, 拓扑结构必须具有一定的灵活性, 能被很容易地重新配置。此外, 网络的设计人员还要考虑原有站点的删除、新站点的加入等问题。

三是可靠性问题。在 LAN 中有两类故障: 一类是网中个别结点损坏, 这类情况只可能影响局部; 另一类是网络本身无法运行。由此可见, 设计人员对网络拓扑结构的选择应该能使网络故障的检测和隔离较为方便。

### (二) 常见的网络拓扑结构

在构建一个计算机网络过程中, 设计人员往往根据不同的实际条件选择相应的网络拓扑结构, 以使网络稳定。通常比较常见的网络拓扑结构主要有总线型拓扑、星型拓扑、环型拓扑以及它们的混合型。每种拓扑结构各有优缺点和适应范围, 下面分别做一简单介绍。

#### 1. 总线型拓扑

总线型拓扑结构采用单根数据传输线作为通信介质, 所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到通信介质, 而且能被所有其他的站点接受。图 4.3 所示为总线型拓扑结构示意图。

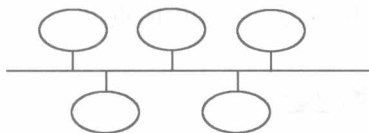


图 4.3 总线型拓扑图

总线型网络结构中的节点为服务器或工作站, 通信介质为同轴电缆。由于所有的节点共享一条公用的传输链路, 所以一次只能由一个设备传输。这样就需要某种形式



的访问控制策略,来决定下一次哪一个节点可以发送。一般情况下,总线型网络采用载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)控制策略。

总线型网络信息发送的过程为:发送时,发送节点对报文进行分组,然后一次一个地址依次发送这些分组,有时要与其他工作站传来的分组交替地在通信介质上传输。当分组经过各节点时,目标节点将识别分组的地址,然后将属于自己的分组内容复制下来。

在实际应用中,总线型拓扑结构在局域网中得到广泛的应用,一般来说总线型拓扑结构主要优点有:

- 布线容易、电缆用量小。总线型网络中的节点都连接在一个公共的通信介质上,所以需要的电缆长度短,减少了安装费用,易于布线和维护。

- 可靠性高。总线结构简单,从硬件观点来看,总线型拓扑结构十分可靠。

- 易于扩充。在总线型网络中,如果要增加长度,可通过中继器加上一个附加段即可完成。如果需要增加新节点,只需要在总线的任何点将其接入。

- 易于安装。总线型网络的安装比较简单,而且对技术要求不是很高。

总线型拓扑结构虽然有许多优点,但也有自己的局限性:

- 故障诊断困难。虽然总线拓扑简单,可靠性高,但故障检测却不容易。因为具有总线拓扑结构的网络不是集中控制,故障检测需要在网上各个节点进行。

- 故障隔离困难。对于介质的故障,不能简单地撤销某工作站,这样会切断整段网络。

- 中继器配置。在总线的干线基础上扩充时,可利用中继器,这就需要重新设置,包括电缆长度的裁剪,终端匹配器的调整等。

- 通信介质或中间某一接口点出现故障,整个网络将随即瘫痪。

- 终端必须是智能的。因为接在总线上的节点有介质访问控制功能,因此总线型拓扑结构的网络终端必须具有智能,这样就增加了站点的硬件和软件费用。

## 2. 星型拓扑

星型拓扑结构是中央节点和通过点到点链路连接到中央节点的各节点组成。利用星型拓扑结构的交换方式有电路交换和报文交换,尤以电路交换更为普遍。一旦建立了通道连接,可以没有延迟地在连通的两个节点之间传送数据。工作站到中央节点的线路是专用的,不会出现拥挤的“瓶颈”现象。图4.4所示为星型拓扑结构图。

星型拓扑结构中,中央节点为集线器(HUB),其他外围节点为服务器或



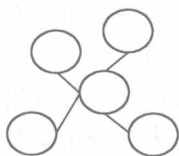


图 4.4 星型拓扑图

工作站。通信介质为双绞线或光纤。

星型拓扑结构被广泛的应用于网络智能主要集中于中央节点的场合。由于所有节点的往外传输都必须经过中央节点来处理,因此,对中央节点的要求比较高。

星型拓扑结构信息发送的过程为:某一工作站有信息发送时,将向中央节点申请,中央节点响应该工作站,并将该工作站与目的工作站或服务器建立会话。此时,就可以进行无延时的会话了。

星型拓扑结构的优点一是可靠性高。在星型拓扑的结构中,每个连接只与一个设备相连,因此,单个连接的故障只影响一个设备,不会影响全网。二是方便服务。中央节点和中间接线都有一批集中点,可方便地提供服务和进行网络重新配置。三是故障诊断容易。如果网络中的节点或者通信介质出现问题,只会影响到该节点或者通信介质相连的节点,不会涉及整个网络,从而比较容易判断故障的位置。

星型拓扑结构虽有许多优点,但也有缺点。首先,扩展困难、安装费用高。增加网络新节点时,无论有多远,都需要与中央节点直接连接,布线困难且费用高。其次,对中央节点的依赖性强。星型拓扑结构网络中的外围节点对中央节点的依赖性强,如果中央节点出现故障,则全部网络不能正常工作。

### 3. 环型拓扑

环型拓扑结构是一个像环一样的闭合链路,在链路上有许多中继器和通过中继器连接到链路上的节点。也就是说,环型拓扑结构网络是由一些中继器和连接到中继器的点到点链路组成的一个闭合环。在环型网中,所有的通信共享一条物理通道,即连接网中所有节点的点到点链路。图 4.5 为环型拓扑结构。

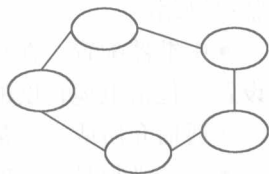


图 4.5 环型拓扑图

其中,每个中继器通过单向传输链路连接到另外两个中继器,形成单一的闭合通路,所有的工作站都可通过中继器连接到环路上。任何一个工作站发送的信号,都可以沿着通信介质进行传播,而且能被所有其他的工作站接收。中继器为环型网提供了 3 种基本功能:数据发送到环中,接收数据和从环中删除数据。它能够接收一个链路上的数据,并以同样的速度串行地把该数据送到另一条链路上,即不在中继器中缓冲。由通信介质及中继器所构成的通信链路是单向的,即能在一个方向上传输数据,而且所有的链路是单向的,即能在一个方向上围绕着环进行循环。



环型拓扑结构的交换方式采用分组交换。由于多个工作站共享同一环，因此需要对此进行控制，以便决定每个站在什么时候可以把分组放在环上。一般情况下，环型拓扑结构网络采用令牌环（Token Ring）的介质访问控制。信息发送的过程为：如果某一站点希望将报文发送到另一目的站点，那么它需要将这个报文分成若干个分组。每个分组包括一段数据再加上一些控制信息，其中控制信息包括目的站点的地点。发送信息的站点依次把每个分组放到环上之后，通过其他中继器进行循环。环中的所有中继器都将分组的地址与该中继器连接的节点的地址相比较，当地址符合时，该站点就接收该分组。

环型拓扑结构具有三方面优点，一是电缆长度短。环型拓扑结构所需的电缆长度与总线型相当，但比星型要短。二是适用于光纤。光纤传输速度快，环型拓扑网络是单向传输，十分适用于光纤通信介质。如果在环型拓扑网络中把光纤作为通信介质，将大大提高网络的速度和加强抗干扰的能力。三是无差错传输。由于采用点到点通信链路，被传输的信号在每一节点上再生，因此，传输信息误码率可减到最少。

环型拓扑结构也有一些缺点，第一，可靠性差。在环上传输数据是通过接在环上的每个中继器完成的，所以任何两个节点间的电缆或者中继器故障都会导致全网故障。第二，故障诊断困难。因为环上的任一点出现故障都会引起全网的故障，所以难于对故障进行定位。第三，调整网络比较困难。要调整网络中的配置，例如扩大或缩小，都是比较困难的。

目前，在实际使用的网络中，环型结构的拓扑与总线型和星型的网络拓扑结构相比已经比较少见了。

#### 4. 混合型拓扑结构

混合型拓扑就是采用两种或两种以上拓扑结构的组合来创建一个网络。例如，可以将总线型网络和星型网络组合在一起，就可以形成一个混合网络。在局域网之间互连后，会出现某几种拓扑结构的混合形式，即混合型拓扑。所以，混合型拓扑结构经常用在广域网中。这主要是因为每种网络拓扑都各有优缺点。因此，可以根据需要将不同的拓扑组合在一起，从而形成一个最有效的网络。这样的拓扑结构更能满足较大网络的拓展，解决星型网络在传输距离上的局限，而同时又解决了总线型网络在连接用户数量上的限制。这种网络拓扑结构同时兼顾了星型网络与总线网络的优点，在缺点方面得到了一定弥补。图 4.6 为一个混合型拓扑结构。

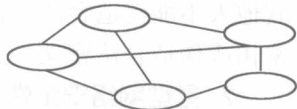


图 4.6 混合型拓扑图

混合型拓扑的优点一是组织机构可以利用现有的不同拓扑。二是在同个网络中采用不同的拓扑，可以定制工作组的网络通信量。

混合型拓扑的缺点在于这样的网络拓扑结构使得整个网络比较复杂,所以不容易维护。

### (三) 常见网络拓扑的安全性分析与策略

计算机网络安全是一个重要而复杂的问题,危及网络安全的因素很多,如硬件/软件工作不可靠,管理不善,用户有意无意的误操作,敌对者采用各种技术手段窃取、删改机密信息,以及计算机病毒等。在诸多网络安全隐患中,计算机网络构型本身存在的弱点即由网络拓扑结构所决定的网络安全脆弱性,是一个不容忽视的重要问题。研究不同的网络构型的安全方面的各种因素和应采取的综合保护措施是构建互联网络的一个主要方面。

#### 1. 总线型网络安全性分析与控制策略

在总线型拓扑网络中,总线信道是网络的惟一公共部件,信道的故障将导致整个网络失效,甚至完全瘫痪。另外,总线型拓扑网络易于扩充,增加结点时只需在总线上增加一个分支接头,或多设置一个同频电台即可进网,因此要严防网络被盗用。针对总线型拓扑网络的这些安全性分析,在使用这类网络时网络的安全控制主要集中在用户的认证和信息的证实上。

用户身份的认证就是识别和证实,这其中识别是证明一个对象的身份。证实则是证明该对象的身份就是其所声明的身份。完善身份认证机制可采取以下措施:用惟一的用户 ID 来识别每一个用户;为确保精确验证系统可要求用户以口令、密钥、签名或指纹来证明他自己;一次身份认证只限于当次登陆,其寿命与会话长度相等;设置防抵赖服务,防止信息发送者否认发送过程,也防止信息接收者否认接收到信息。

信息的证实是指为了防止消息被篡改、删除、重放或伪造而设置。一个安全的认证系统应满足以下条件:拟定的接收者能够检验和证实消息的合法性和真实性;消息的发送者对所发送的信息不能抵赖;除了合法的消息发送者外,其他人不能伪造合法的消息,即使已知全部密文和相应消息,也不能确定加密密钥或伪造合法密文。

#### 2. 星型网络安全性分析与控制策略

星型拓扑网络可被视为一级分支的树形特例,必须有一个中心(根)结点,该结点便是网络中惟一的转接结点。网络中所有端结点都有各自的专用线路接入中心结点,形成辐射型网络构型。在安全性方面,星型拓扑网络中,任意两结点之间只定义了一条路径,如果这条路径安全,双方通信就是安全的。不必担心来自网络分析器的攻击。网络通常处于固定的物理信道,因而容易确保物理安全和防止未经授权的访问。另外,全网的控制集中于一个中心结点



上,其故障将直接造成整个网络的瘫痪。针对星型网络的这些安全性特点,在使用星型网络时,应采取的安全策略有以下几种:对中心结点进行逻辑存取控制,限制对信息的访问权限;只对那些确定需要使用资源的用户进行授权访问;临控事务和信息的活动和预期级别比较,自动汇报意外数据传输和意外事件;临视/审计网络的活动;中心结点交换机是关键设备,要求有备份机或双机运行。

### 3. 环型网络安全性与控制策略

在环型网络中任一结点发送的信息都将串行地穿过各个环接口,两结点间的链路连结是信息的惟一通路。在这种网络中,网络性能较稳定,网络操作是分布式且非竞争型的,不会发生报文碰撞和结点拥塞的现象,但是,环内需要设置对信道资源进行管理的控制装置。针对环型网络的这样的安全性特点,在实际应用中,环型拓扑网络的安全控制策略有以下几种:对每个结点进行逻辑存取控制,限制对信息的访问权限;只对那些确定需要使用资源的用户进行授权访问;临控事务和信息的活动和预期级别比较,自动汇报意外数据传输和意外事件;严密监视和审计网络的活动;每个结点交换机是关键设备,要求有备份机或双机运行。

### 4. 混合型网络安全性与控制策略

在混合型拓扑网络中任意两个结点之间都有两条或两条以上的路径,既没有一个自然的“中心”,信息的流向也没有固定的方向。网状网具有强大的容错能力,但也是安全性最差的一种网络。其安全性分析表现一是在混合型拓扑网络中,从结点A传到结点B的信息可以被结点C所访问,并且有可能被进行未经授权的改动和重新选择路由。二是每次从结点A到结点B的信息传输可能通过不同的路由,一旦信息被篡改,很难确定信息在什么位置被篡改。三是由于公共的或普通邮电交换设备的介入,信息传输过程中可能被暴露和篡改。

对于混合型拓扑网络而言,这种安全性最差的网络类型的安全性研究,除了加强用户认证和信息的证实之外,还要加强数据传输保护、访问控制和进行网内数据加密。

数据传输控制就是要保证被传输信息的完整性,防止信息在传输过程中被侵犯。数据传输保护包括:使用光缆(无辐射)或使用充气电缆(当被窃取时,压力降低而发出警报);例行地检查传输电缆(有无搭线),确保没有被窃听;网络中的关键控制元件如网桥、信关、终端服务器,回拨调制解调器等在链路之间必须进行过滤连接。

访问控制就是必须根据实体的身份及其安全轮廓来决定其访问权,防止越

权使用资源。访问控制措施包括：对远端设施、通信链路中的部件、公共转载装置、网络控制中心设施、信息中心、用户资料、使用说明书、磁盘软件等都予以重点护卫，不让攻击者随意接近；所有的网络显示器、打印机都受到严格保护，保证机密输出不会落入错误人员之手；采用口令来识别并验证用户，并将用户限制于已授权的活动和资源；开发出一种授权方法，使每一资源的所有者都能决定谁可以访问该资源以及如何访问它；识别和记录任何违章访问和企图违章访问。

网内数据加密是保证网络中信息安全的一种有效方法就可以采取链路加密，端——端加密和混合加密的方式。链路加密是对网络中两个相邻结点之间传输的数据进行加密保护。端——端加密是对用户之间的数据连续地提供保护，数据对于传送信道上的各中间结点是保密的。有时，为了防止遭受业务流量分析，保护报文头中的敏感信息，还可采用端——端和链路混合加密的方式。

由以上的分析可知，每一种网络结构都是优缺点并存。网络的安全问题也不能被简单地分成几种问题而解决。有的方法可以解决一些问题，而有些问题又需要多种解决方法。尤其对于 Internet 这样一种错综复杂、空前开放、多协议、多安全机制混合使用的网络，必须采用传统的网络安全技术与分布式网络技术相结合的方法。如何在一个开放式的物理环境中建构一个封闭的逻辑环境来满足内部网和个人的实际需要，如何在最大程度地确保系统的开放性和兼顾系统效率的前提下，使系统达到预定的安全始终是一个困扰人们的难题，有待从事计算机网络安全研究的专家、学者进行深入自主的研究和开发出真正属于我们国家自己的、深入操作系统级或芯片内核级的安全机制。

## 网页

在计算机应用领域，影响全世界最重要的技术就是 Internet/Intranet。Internet/Intranet 的出现不但改变了许多人的生活，也影响了世界运转的方式。从用户的角度来看，Internet 网络是一种特殊的结构框架，它的目的是为了访问遍布在世界各地的 Internet 网络的机器上的链接文件，由此可见，Internet 是由庞大的、世界范围之广的文档集合而成，为了能使用户看到这些文档，于是就出现了网页。

### （一）网页的基本概念和组成

所谓网页就是计算机连接网络时浏览器窗口中显示的一个页面，是计算机



网络最基本的信息单位，它实际是一个文件，存放在世界某个角落的某一台计算机中，当我们在浏览器输入网址后，网页文件会被传送到你的计算机，这样就可以利用网页来访问计算机，观看存放在这些计算机上的文档（Web 页面）在一个网页中可以包含指向世界上任何地方的其他相关页面的链接。用户可以跟随这些链接到达所指向的页面。这一过程可以无限重复。通过这一方法可以浏览数以千计的相关页面。网页中链接到其他页面的文本串叫超链接（hyper-link），包含超链接指向其他页面的网页被称为使用了超文本链接的页面。

网页的显示通常是由一种叫做浏览器（browser）的程序来显示的。从本质上来说，浏览器是一个能够显示 Web 页面并且能够捕获鼠标在 Web 页面上单击对象的程序。当每个 Web 对象被鼠标点中，则浏览器就会跟随这个超链接把它所代表的页面取回，因此嵌入在 Web 页中的超链接需要一种方式来命名并区分 Web 上的所有页面，这就引入了统一资源定位符 URL（Uniform Resource Locators）。一个典型的 URL 如：<http://baike.baidu.com/view/828.htm>，它由三部分构成：协议名（如上面的 URL 中的“http”）、页面所在机器的 DNS 名（如上面的 URL 中的“baike.baidu.com”）以及包含这个页面的文件的路径名（如上面的 URL 中的“828.htm”）。

一个网页通常是由文字与图片这两个最基本的元素构成的，可以简单的理解为：文字，就是网页的内容；图片，就是网页的美观。除此之外，网页的元素还包括动画、音乐、程序等。

在当一个浏览器显示一个网页时，在网页上单击鼠标右键，选择菜单中的“查看源文件”，就可以通过记事本看到网页的实际内容。用户可以看到，网页实际上只是一个纯文本文件，它通过各式各样的标记对页面上的文字、图片、表格、声音等元素进行描述（例如字体、颜色、大小），而浏览器则对这些标记进行解释并生成页面，于是就得到用户在浏览器中所看到的页面。而在源文件中，用户看不到任何图片的原因在于网页文件中存放的只是图片的链接位置，而图片文件与网页文件是互相独立存放的，甚至可以不在同一台计算机上。

当一个用户在一个网页上的超链接上单击鼠标时，浏览器执行如下步骤取回其所指的页面：浏览器首先找到对应此超链接的 URL；浏览器向 DNS 询问该 URL 的 IP 地址；DNS 找到 IP 地址，返回 IP 地址；浏览器与拥有这样 IP 地址的主机的 80 端口建立 TCP 链接；连接成功后，浏览器向对方发出请求，要求对方返回相应的文档文件；对方机器的 Web 服务器发送这样的文档文件发送给浏览器；传送完毕后，TCP 连接被释放；浏览器显示相应的文档的文本内容；浏览器取回并显示该文档的所有图片和其他非文本资源。



在浏览器显示网页时,由于网页的类型多样,文件格式也各异,而浏览器遇到这些不能解释的格式时显示就会出问题。对于目前绝大多数浏览器而言,并不是为每一种文件类型都构造一种解释器,它们使用一种更通用的解决办法,通常的浏览器显示方法有两种方式,一种是插件方式,另一种是帮助应用程序方式。

插件是一个二进制代码模块,它保存在本地磁盘上,当浏览器使用它时,就安装到浏览器中作为浏览器的一个扩展。插件代码运行在浏览器进程中,它们能够访问浏览器取回这些网页的内容,并做外观上的适当修改,以便更好地显示这些网页。当一个插件完成了它的工作时(通常是浏览器需要显示另外一张网页时),这些插件就从内存中浏览器进程中删除。一个插件在能够被使用之前,必须安装并注册。通常的过程是用户需要到发布插件的网站获取插件的安装文件,将这些插件文件解压缩拷贝到浏览器的插件目录里,然后调用插件的一个过程来注册这个插件的支持的文件类型,并把插件与这个文件类型关联起来。

帮助应用程序是一个完整的应用程序。作为独立的进程运行的帮助应用程序并不像插件那样为浏览器提供接口服务,而是接受一个文件名,找到已经保存到本地的带 Web 页面内容的文件,然后打开文件并显示其内容。通常的应用程序是一些独立于浏览器的大应用程序,如 Microsoft Word 程序等。许多帮助应用程序使用 MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) 的 application 类型,很多 application 类型的子类型已经被注册,例如 application/pdf 类型表示 pdf 文档, application/msword 表示 Word 文档。这样,一个 URL 可以直接指向一个 pdf 文档或一个 Word 文档。当用户单击这个 URL 时, AcrobatReader 或者 Microsoft Word 就会自动执行并显示所显示取回来的文档内容。通过这种方式,浏览器不需要改变自己而通过配置来处理几乎无限多种文档类型。帮助应用程序也不仅仅限于使用 MIME 的 application 类型,例如 Adobe Photoshop 使用 image/x - photoshop 类型而 RealOne Player 却能处理 audio/MP3 类型文档。在 Windows 操作系统中,当一个应用程序安装到计算机里时,它会向系统注册到自己所能处理的 MIME 类型。这一机制在多个显示程序都能处理同一个子类型(如子类型 video/mpg)时会导致冲突。最后一个注册的应用程序会把已经存在的 MIME 文件关联覆盖掉,使得文件的关联指向自己,因此安装一个新的应用程序可能会导致浏览器改变某种类型的文档的处理方式。

## (二) 网页文档的类型及特点

网页的类型很多,不同的需求可把网页分为不同的种类。通常,根据确定





文档内容的时间, 可把网页文档分为三类: 静态文档、动态文档和活动文档。下面分别介绍这三种文档的特点。

### 1. 静态文档

静态 Web 文档是一个存储于 Web 服务器的文件。静态文档的作者在写作的时候确定文档的内容。由于文档内容不会变化, 所以对静态文档的每次访问都返回相同结果。

静态网页文档的特点在于: 静态网页每个网页都有一个固定的 URL, 且网页 URL 以 .htm、.html、.shtml 等常见形式为后缀, 而不含有“?”; 网页内容一经发布到网站服务器上, 无论是否有用户访问, 每个静态网页的内容都是保存在网站服务器上的, 也就是说, 静态网页是实实在在保存在服务器上的文件, 每个网页都是一个独立的文件; 静态网页的内容相对稳定, 因此容易被搜索引擎检索; 静态网页没有数据库的支持, 在网站制作和维护方面工作量较大, 因此当网站信息量多时完全依靠静态网页制作方式比较困难, 而且当公司没有专业网页维护人员时维护工作很难完成; 静态网页的交互性交叉, 在功能方面有一定的限制。

静态文档的主要优点在于它的简单、可靠性和性能。由于静态文档是直接指定格式。它可以由不懂编程的人创建。更重要的是, 在已经创建和测试之后, 静态文档永远是正确的。浏览器可以快速存取文档, 同时通过把文档放在本地盘上的缓冲区内以加快以后对这些文档的访问速度。静态文档的主要缺点是不灵活——当信息变化时文档必须重新设计。另外, 改变是很耗费时间的, 因为它需要人工修改文件。因此, 静态文档不适合频繁变化的报告信息。

### 2. 动态文档

动态 Web 文档不是以一个预先定义的格式存在, 而是在浏览器访问 Web 服务器时创建。当一个请求到达时, Web 服务器运行一个应用程序创建动态文档 (dynamic document), 服务器返回程序的输出作为应答。由于每次访问都要创建新的文档, 动态文档的内容是变化的。

#### (1) 动态文档的特征

动态网页是与静态网页相对应的, 也就是说, 网页 URL 的后缀通常是以 .asp、.jsp、.php、.perl、.cgi 等形式为后缀, 并且在动态网页网址中有一个标志性的符号——“?”。

这里说的动态网页, 与网页上的各种动画、滚动字幕等视觉上的“动态效果”没有直接关系, 动态网页也可以是纯文字内容的, 也可以是包含各种动画的内容, 这些只是网页具体内容的表现形式, 无论网页是否具有动态效



果,采用动态网站技术生成的网页都称为动态网页。

从网站浏览者的角度来看,无论是动态网页还是静态网页,都可以展示基本的文字和图片信息,但从网站开发、管理、维护的角度来看就有很大的差别。动态网页的一般特点简要归纳如下:动态网页以数据库技术为基础,可以大大降低网站维护的工作量;采用动态网页技术的网站可以实现更多的功能,如用户注册、用户登录、在线调查、用户管理、订单管理等;动态网页实际上并不是独立存在于服务器上的网页文件,只有当用户请求时服务器才返回一个完整的网页;动态网页中的“?”对搜索引擎检索存在一定的问题,搜索引擎一般不可能从一个网站的数据库中访问全部网页,或者出于技术方面的考虑,搜索引擎不去抓取网址中“?”后面的内容,因此采用动态网页的网站在进行搜索引擎推广时需要做一定的技术处理才能适应搜索引擎的要求。

在实际使用过程中,动态网页应该具有以下几点特色:一是交互性,即网页会根据用户的要求和选择而动态改变和响应。例如访问者在网页填写表单信息并提交,服务器经过处理将信息自动存储到后台数据库中,并打开相应提示页面。二是自动更新,即无需手动操作,便会自动生成新的页面,可以大大节省工作量。例如,在论坛中发布信息,后台服务器将自动生成新的网页。三是随机性,即当不同的时间、不同的人访问同一网址时会产生不同的页面效果。例如,登录界面自动循环功能。

动态网页技术的原理是:使用不同技术编写的动态页面保存在 Web 服务器内,当客户端用户向 Web 服务器发出访问动态页面的请求时,Web 服务器将根据用户所访问页面的后缀名确定该页面所使用的网络编程技术,然后把该页面提交给相应的解释引擎;解释引擎扫描整个页面找到特定的定界符,并执行位于定界符内的脚本代码以实现不同的功能,如访问数据库,发送电子邮件,执行算术或逻辑运算等,最后把执行结果返回 Web 服务器;最终,Web 服务器把解释引擎的执行结果连同页面上的 HTML 内容以及各种客户端脚本一同传送到客户端。虽然,客户端用户所接收到的页面与传统页面并没有任何区别,但是,实际上页面内容已经经过了服务端处理,完成了动态的个性化设置。

## (2) 动态文档的实现

由于创建动态文档的责任在管理文档的服务器端,因此能否支持动态文档取决于服务器的能力。管理动态文档的服务器不仅能处理静态文档的代码,而且必须具备三个特性。首先,服务器程序必须扩展。当每次请求到达时,能够执行一个单独的创建文档的应用程序。服务器必须能够捕获应用程序的输出,而且将该文档返回给浏览器。其次,必须要为每个动态文档写一个单独的应用



程序；最后，服务器必须具备知道哪个 URL 对应于动态文档和哪个 URL 对应于静态文档的能力。对于每个动态文档，必须说明产生文档的应用程序。每个用户的请求包含着一个对应着动态或静态文档的 URL，服务器使用配置信息和收到的客户请求中的 URL 决定如何处理。如果配置信息说明请求中的 URL 对应着一个静态文档，服务器就跟往常一样输出文件；如果请求中的 URL 对应着动态文档，则服务器需要生成该文档的应用程序加以运行，并把程序输出作为文档返回给浏览器。

构建动态 Web 文档广泛使用的是公共网关接口（Common Gateway Interface，简称 CGI）技术。其主要的功能是实现在 WWW 环境下，借由客户端提供给 Web 服务器的各种信息，由 Web 服务器启动所指定的 CGI 程序来完成诸如对数据库的访问、存储信息等特定的工作，最后将处理后的结果反馈给客户，从而完成客户端与服务器间进行的信息交流，即通常说的“交互式主页”。

CGI 不是指定一个 Web 服务器如何工作或一个程序如何产生结果，而是一系列必须遵循的、使得 Web 服务器与 CGI 程序能够进行交互的准则。假设有一个与产品相关的数据库希望被用户访问，当用户访问网站并向数据库提出访问请求时，浏览器将请求 Web 服务器访问产品数据库。Web 服务器不必关心数据库内部的操作，连接服务器与数据库的是一个 CGI 程序，该程序将负责处理数据库的查询并与 Web 服务器进行通信。CGI 标准使得服务器与 CGI 程序的通信成为可能。

CGI 程序又称为 CGI 脚本，它就像服务器与系统中其他程序（如数据库）之间的桥梁。CGI 脚本由浏览器端的输入触发，通过它自己或调用另一个程序来处理数据，并通过创建一个 HTML 文档来返回对用户请求的响应。

客户端、服务器、CGI 程序间的关系在于：用户通过浏览器提交一个指向 CGI 脚本的 URL；浏览器与服务器连接并发出请求；服务器接收浏览器的请求，并基于 URL，将来自客户端的数据传送给 CGI 脚本，由 CGI 脚本处理；该请求可能是查询一个数据库，也可能是计算一个值；CGI 程序将处理结果格式化 HTML 文档并将其传送给服务器，由服务器将结果传送给浏览器；最后关闭连接。

CGI 程序包括两个主要部分，一个是程序代码，另一个是 HTML 代码。早期的页面比较简单，因此开发者关注的是程序代码。随着 DHTML、Javascript 等技术的发展，页面的设计越来越复杂。由于每一次页面代码的调整都需要改动 CGI 程序，以至于最后在 CGI 程序调试中，调试 HTML 代码的工作量甚至可能超过调试程序代码的工作量。解决的办法首先是通过模板文件将程序代码



和 HTML 代码分开, CGI 程序通过读取模板文件获取 HTML 代码, 从而使得在对页面进行较小调整时不需要改动 CGI 程序。随后出现了通用的 HTML 模板, 使用通用的程序进行预处理。这些程序被集成在 Web 服务器中, 称之为服务器端脚本。

CGI 的编程语言主要包括 Perl、C/C++、Unix Shell、Tel、VB 等。其中 Perl 最容易上手, 是 CGI 编程的主要工具。而 C/C++ 编制的 CGI 程序运行效率高, 尤其对于每分钟有上千人次访问的 CGI 页面来说, 更显出其优势。但是 C/C++ 语言难以上手, 且对程序做的任何改动, 都需要进行重新编译, 这对于只需要实现一些简单功能的 CGI 程序来说, 就显得比较麻烦。

在实际的 CGI 程序开发过程中存在着两个主要环节是: 一方面, 如何获取客户端传输的数据; 另一方面, 如何提取有效数据并进行处理。更重要的是 CGI 提供通用程序, 并且允许程序员选用大多数细节。例如, CGI 没有指定特别的编程语言。CGI 标准允许程序员选择一种语言, 并且对不同的动态文档采用不同的语言。

虽然 CGI 在生成动态文档上有很多优越性, 其也在一定范围内得到了广泛的应用。然而, CGI 在实际使用中的不足也是显而易见的, 首先, CGI 程序的开发比较复杂。开发 CGI 程序需要在开发环境和测试环境之间反复切换, 开发人员无法集中精力编程序。编写 CGI 程序的时候, 程序的大部分工作是进行字符串的输出, 设计输出格式, 开发人员无法集中精力解决主要的计算。其次, 对提供虚拟主机的 ISP 而言, 通常不允许用户选择自己熟悉的语言来编写 CGI 程序。再次, 访问数据库的程序不容易编写。大部分程序设计语言所定义的范围只覆盖文件的功能, 至于访问数据库的程序, 则必须另外寻找。最后, 不容易生成能够活动显示的动态文档。

因为使用 CGI 程序生成动态文档存在上述不足之处, 这里可以使用 CGI 的替代技术——服务器端嵌入式脚本描述语言。目前使用得比较多的是以下三种: Netscape 的 Livewire (服务器端 JavaScript)、微软的 Microsoft Active Server Pages 和 PHP。

相对于 CGI 程序而言, 使用服务器端嵌入式脚本描述语言具有许多优越性, 包括:

- 嵌入 HTML。可以在 HTML 中增加一个标记, 将服务器端嵌入式脚本描述语言嵌入到 HTML 文件中, 非常容易地实现了服务器端嵌入式脚本描述语言与现有网页的整合, 编写服务端脚本程序就像制作网页一样容易。服务器端嵌入式脚本描述语言提供交互功能, 开发和修改成本都比较低, 让网页美工和程序开发人员更能各司其职。



- 简单的语言。和 C++、Java 等程序设计语言不同，服务器端嵌入式脚本描述语言坚持以基本语言为基础，容易学习，但它的功能也强大到足以支持任何类型的 Web 站点开发。

- 执行效率高。和 CGI 程序相比，服务器端嵌入式脚本描述语言消耗较少的系统资源。对于一个 CGI 程序，客户端的每一个请求，服务器端都需要启动一个进程。而对于服务器端嵌入式脚本程序，每一个程序都只需要启动一个进程。

- 数据库模块。每一种服务器端嵌入式脚本描述语言都提供了与数据库的接口程序，用户可以使用服务器端嵌入式脚本描述语言访问该语言支持的数据库以及任何支持 ODBC 标准的数据库。

- 文件处理。每一种服务器端嵌入式脚本描述语言都提供了许多支持文件存取的函数。

- 正文处理。每一种服务器端嵌入式脚本描述语言都提供了许多函数或运算处理字符串。

### 3. 活动文档

随着 HTTP 和 Web 应用的发展，动态文档已经明显不能满足发展的需要。动态文档一旦建立，其包含的信息内容也就固定下来，因而无法及时刷新屏幕显示，无法提供动画之类的功能。为了实现屏幕的连续更新，通常有两种技术：一种技术称 Server Push，是基于服务器的，在服务器上连续运行一个动态文档程序，以保证文档不断更新。这种技术的缺点是显而易见的，多次运行应用程序会造成过多的服务器开销和增加延迟，尤其是当很多客户同时要求 Server Push，会使服务器过载。另一方面，由于可用的 CPU 和网络带宽资源限制，会产生极大的延迟。为了解决这一问题，通常技术人员采用另一种屏幕连续更新技术——活动文档技术。

一个活动 Web 文档不完全由服务器一端规定，相反，一个活动 Web 文档可以包括一个计算和显示值的程序。当浏览器访问活动文档时，服务器返回一个浏览器可以执行的程序副本，返回以后，活动文档可以和用户交互执行并不停地改变显示。

#### (1) 活动文档的特点

活动文档相对于动态文档的主要优点在于它持续更改信息的能力。例如，活动文档能够快速改变显示以显示动画。

活动文档的主要缺点是创建和运行这种文档所需要的高费用，同时缺少安全性。活动文档的显示需要更复杂的浏览器软件和一个强有力的计算机运行浏览器。而写作正确的活动文档需要比静态文档更多的编程技巧，文档测试比较



困难。由于活动文档必须运行在客户端,程序必须解决在不同客户上的兼容性问题。活动文档存在着潜在的安全性问题,因为文档既有输入信息又有输出信息。

活动文档技术使用传统编程语言表示程序的一般方法是翻译。在使用活动 Web 文档时,由于不同需求的驱动,活动文档系统采用多种表示形式,其中每一种表现形式都在某个方面有独到之处。主要有三种:源程序形式(便于理解和编程)、二进制形式(较高的执行速度)、压缩形式(能减少网络延迟和对带宽的需求)。

活动 Web 文档的不同表现形式,在一般情况下都可以通过软件自动翻译转化相互转换,这样就可以做到程序员以一种表示形式编写活动文档而浏览器以另一种表现形式运行该文档。虽然有些活动文档技术能使浏览器接受和解释源程序文档,但大多数系统还是能为活动文档提供更大的优化程序——编译器(Compiler)。采用编译器可以使文档从源程序表现形式转化到类似于传统目标文件形式的二进制表示形式(Binary Representation)。在二进制表示形式中,所有可执行语句都以二进制表示,程序的标识符也被二进制的偏移量所代替。像传统目标文件一样,二进制表现形式包含一个符号表,该符号表用来记录的是,源表示形式中标识符名称与二进制表示形式当中偏移量之间的关系。浏览器获得一份二进制文档副本后,就把它转化成可执行形式载入内存。这一转化类似于操作系统装载目标文件时执行的最后一步。浏览器必须解释余下的引用,并将程序与库中的例程和系统函数连接。一旦连接完成,就不再需要符号表,整个文档也就转换完毕。这一过程,简单来说就是通常的活动文档以源程序表示形式开始。采用编译器可以将文档从源程序形式转换到二进制表示形式。浏览器获得一份二进制活动文档的副本以后,就把它转换成可执行形式,载入内存。JavaApplet、Active X 文档(Active X 文档只有 Microsoft Internet Explorer 能够接受)均采用这种方式。

有些浏览器能接受源程序形式的活动文档。Microsoft Internet Explorer 能接受 VBScript 和 JavaScript 源程序, Netscape Navigator 能接受 JavaScript 源程序。

## (2) 活动文档的实现

活动文档把工作从服务器端移到了浏览器。每当浏览器请求一个活动文档时,服务器就返回一段程序供浏览器在本地运行。除此之外,服务器没有进一步的更新和其他任务,所有的工作都由浏览器在本地完成。与动态文档技术相比,采用活动文档技术时服务器开销要少得多。可以从三方面来解释。第一,从传送的角度看,浏览器和服务器都把活动文档看成是静态的文档。每个活动文档都是服务器上的一个文件。和动态文档不同的是,活动文档的内容是不变



的, 这样浏览器就可以在本地缓存一份活动文档的副本。第二, 活动文档本身并不包含其运行需要的所有软件, 大部分支持软件包含在浏览器中。第三, 活动文档可以处理成压缩形式, 这样就可以节约不少空间和时间。总之, 从服务器角度来看, 活动文档技术在存储、存取、传输等环节表现都很不错。

很多程序员在创建活动文档时使用的是 Java 语言, 它是由 Sun Microsystems 为 Internet 开发的。根据 Sun Microsystems 的定义, Java 是一种具有“简单、面向对象、分布式、解释性、健壮、安全、体系结构中立、可移植、高性能、多线程和动态”等各种特性的高级语言。Java 语言的优点主要有:

- 简单性: Java 删除了 C++ 中大量复杂冗余的部分。它不支持指针、显示类型转换、结构体和共用体、操作符重载、模板、头文件、多重继承等 C++ 的语法, 使软件人员易于开发、实现和维护。

- 面向对象: 和 C++ 一样, Java 也是使用类来组织逻辑模块中的代码。运行时, 程序使用类来创建对象, Java 的类具有继承性, 但是多重继承是不允许的。

- 静态类型定义: Java 程序中使用的所有对象都需要预先定义, 这样可以使 Java 编译器易于定位和报告类型冲突。

- 编译性和解释性: 运行一个 Java 程序前, 必须首先编译它。编译的结果是产生了一个字节码文件, 字节码类似于机器码, 字节码由 Java 解释器解释执行, 执行的时候, 先把字节码解释成机器码, 然后直接运行。从这个意义上说, Java 既是一种编译型语言, 又是一种解释型语言。

- 多线程: Java 支持多线程程序, 可以同时处理多个任务。

- 健壮性: 因为程序运行时 Java 解释器会检查所有的系统访问, 所以不会导致系统崩溃。当发现一个严重错误时, 程序创建一个异常, 然后捕捉和处理这个异常。

- 安全性: Java 系统不但检查所有的内存访问, 而且还能确保在运行的 Applet 程序不受病毒的侵入。因为 Java 不支持指针, 所以程序无法进入它无权访问的系统区域。

- 易懂性: Java 语言是建立在使用了多年的技术上的, 因而使用过现代编程语言的编程人员很容易理解并掌握 Java。

- 动态性: 与 C++ 不同, Java 程序的所有对象实例都是在运行时创建的。甚至一些连接工作也是在运行时完成的。

一般情况下, Java 程序源的执行过程是: 程序——字节码 (二进制形式的 Java 指令) ——运行 (由 Java 虚拟机执行)

在 Java 程序运行过程中, 一个必不可少的条件是存在 Java 解释器。Java

解释器是一个复杂的程序。它的核心部分是一个类似于计算机执行指令的简单循环。解释器中有一个解释指针，初始定位于 applet 的开始处。在每个循环操作中，解释器从指令指针指定的地址取出字节码，然后对取出的字节码（指令）进行解码并执行相应的操作。例如：如果解释器发现字节码 add 和两个整型操作数，就把这两个整数相加，然后更新指令指针，并继续下一个循环操作。除了一个基本的指令解码器之外，Java 解释器必须包括对 Java 运行环境的支持。也就是说，Java 解释器必须能够在屏幕上显示图形、访问因特网、执行 I/O 操作等。另外解释器还必须允许 applet 在浏览器上使用检索和显示静态、动态文档的工具。因而浏览器中的 Java 解释器必须能够与浏览器的 HTTP 客户和 HTML 解释器通用。在浏览器下载并运行 applet 之前，Java applet 必须先编译并存放在 Web 浏览器上。Java 包括一个名为 Javac 的编译器，程序员通过 Javac 把 Java 源程序编译成 Java 字节码的形式。

Javac 的输出是一个 Java 源程序，输入文件的名字必须以后缀 .java 结尾。Java 确认该源程序语法正确之后，就把它编译成字节码的形式，并把结果输出到一个以 .class 为后缀的文件中。Java 程序由一系列声明组成，每一个声明为 public 的项可供其他 applet 调用，而声明为 private 的项则不能被外部调用。每个源文件有且只有一个 public 类，而且该类必须与源文件名的前缀部分相同。

总之，在传统的浏览器包含一个 HTML 解释器用于显示静态和动态文档。而运行 Java 的浏览器包含两个解释器：HTML 解释器和 Applet 解释器（即 Javac 编译器）。

活动文档技术除了采用 Java 之外，也可以采用客户端脚本描述语言，常用的客户端脚本描述语言主要有 Netscape 的 Java Script 和 Microsoft 的 Vbscript，它们的特点是：

- 直译式语言。客户端脚本描述语言是一种直译式语言，它由浏览器解释执行，执行结果直接在浏览器上显示。
- 事件驱动。客户端脚本描述语言有接受用户或系统事件的能力，它能够接受用户鼠标单击和键盘输入等用户事件以及文档装入等系统事件。
- 对象式语言。客户端脚本描述语言是一种对象式语言，在客户端脚本描述语言中内嵌了许多对象。客户端脚本描述语言不是一种面向对象的语言，它没有复杂的类别定义、继承等常见的面向对象的语法，语法简单，容易学习。
- 通用性。客户端脚本描述语言适合于在不同平台上工作，因为它是由浏览器直接解释执行的，只要用户所使用的浏览器能够支持这种客户端脚本描述语言即可，它的执行与用户所使用的平台无关。





• 运用客户端脚本描述语言，你可以充分利用这些资源创做出高度交互的 Web 站点。使用客户端脚本描述语言，你可以在客户端完成大量的任务而不必去打扰服务器。其主要优势表现为：

一是客户端数据的有效性。对于确认用户输入和确保输入数据的正确性，客户端脚本描述语言是比较理想的方案。在客户端脚本描述语言出现之前，当用户把有关信息填入表单中时，这些信息不得不传到服务器端通过 CGI 程序来确认输入数据的正确性。这个过程对于时间、网络资源、服务器资源来说都是一种浪费。一个好的解决方案是在提交给服务器处理之前，建立一个客户端脚本描述语言程序来完成这个过程。

二是管理浏览器对象。运用客户端脚本描述语言，你可以很容易地操纵各种浏览器对象。例如，当用户在超文本链接上移动鼠标时，你可以用客户端脚本描述语言在浏览器的状态栏上显示 URL 的脚本化信息。

三是节省带宽。许多人可能认为，加入客户端脚本描述语言页面将占用更多的带宽。事实上，情况并非如此，例如，在表单中数据被送往服务器处理之前，客户端脚本描述语言可以完成对数据的有效性检查。

四是节省 Web 服务器的资源。客户端脚本描述语言使得多种任务可以在客户端完成而不再依赖服务器，从而支持分布式处理。

### （三）网页/Web 文档生成技术及软件

随着互联网在社会各个生产、生活部门应用的深入，人类生活的方方面面都离不开互联网技术，网页作为互联网的基本组成部分之一，发挥着重要的作用。在现实生活中，不同开发工具的出现也为网页的软件开发方式带来了多元的形式，软件人员开始使用各种工具来开发各种基于 Web 应用系统和生成满足实际需求的网页，软件技术的发展趋势就逐步由 Web 的应用所主导，各种开发工具不但快速地加入支持 Internet/Intranet 开发功能。这就出现了基于 Web 的程序设计。因此网页/Web 文档的生成技术和相应的软件系统不断出现。

#### 1. 网页/Web 文档生成技术的演变

在 Internet/Intranet 的应用刚开始发展的时候，第一个应用是“面向文件的”。在当时主要的网页/Web 文档生成技术是使用编辑器编辑 HTML 文件。制作信息内容以提供给用户阅读和查询使用。

然而，以编辑器使用人工的方式提供 Web 内容非常不经济，于是 Web 应用便进入自动化的阶段，我们称之为“面向程序阶段”。在这个时期，软件厂商提供各种开发工具和程序语言让程序员能够使用这些开发工具动态产生



HTML的内容,并且能够结合数据库存取来提供更为丰富的内容。这个时期的主要技术有 ASP/JSP/ISAPI/CGI 等。

随着 Web 程序的发展和 Web 内容的自动产生,Internet/Intranet 和网页/Web 文档生成技术及 Web 应用又出现了新的问题,Internet/Intranet 上的信息太多太泛滥,用户往往需要花费许多的时间和成本才能找到需要的信息。这就出现了新的应用“面向服务”。在这里,用户不需要面对过多的信息,只需要各系统表达想要的服务,那么 Web 应用系统就可以依据用户的需求找到适当的“Web 服务”,执行用户的要求,最后再把执行的结果或是处理过的信息返回给用户。SOAP/WEB Service 就属于这样的技术。Web 服务就是一个可以使用任何开发工具完成的应用程序,这个应用程序能够根据用户的需求来执行并且返回运算完毕的结果给用户,此外这个应用程序还能够执行在任何的平台之上,而不受限于平台或者操作系统的限制。

在“Web 服务”中,主要的工作是将传统的以数据或者应用程序为导向的应用转换为以服务为导向的应用,拥护在使用 Web 系统时,以想要的服务为主,而不管组成的数据是从那里来或者是使用什么软件开发工具开发的。

目前,网页/Web 文档生成技术及 Web 应用的趋势是“Web 服务设计”,这个趋势已经开始因 UDDI 等标准的出现而进入萌芽的阶段。也就是说,系统可以根据用户的需求生成并找到相应的网页/Web 文档。

## 2. 常见网页/Web 文档的编程语言

网页编程作为 Web 程序设计的重要组成部分之一,目前有多种编程语言,其中最为基础的就是 HTML 脚本语言,而在实际应用中,普通的 HTML 语言所编辑的静态网页远远不能满足需要,为了解决这一问题,人们开发出另外一些编程语言专门针对动态网页和和活动网页的开发与自动生成,这些语言中应用最为广泛的是 ASP 及它的升级版 ASP.NET、JSP、PHP。

### (1) HTML 语言

HTML (Hypertext Markup Language) 是一种超文本标记语言,是用于描述网页文档的一种标记语言。HTML 也是一种规范,一种标准,它通过标记符号来标记要显示的网页中的各个部分。网页文件本身是一种文本文件,通过在文本文件中添加标记符,可以告诉浏览器如何显示其中的内容(如:文字如何处理,画面如何安排,图片如何显示等)。浏览器按顺序阅读网页文件,然后根据标记符解释和显示其标记的内容,对书写出错的标记将不指出其错误,且不停止其解释执行过程,编制者只能通过显示效果来分析出错原因和出错部位。但需要注意的是,对于不同的浏览器,对同一标记符可能会有不完全相同的解释,因而可能会有不同的显示效果。

HTML之所以称为超文本标记语言，是因为文本中包含了所谓“超级链接”点。所谓超级链接，就是一种 URL 指针，通过激活（单击）它，可使浏览器方便地获取新的网页。这也是 HTML 获得广泛应用的最重要的原因之一。

由此可见，网页的本质就是 HTML，通过结合使用其他的 Web 技术（如：脚本语言、CGI、组件等），可以创造出功能强大的网页。因而，HTML 是 Web 编程的基础，也就是说万维网是建立在超文本基础之上的。

一个网页对应于一个 HTML 文件，HTML 文件以 .htm 或 .html 为扩展名。可以使用任何能够生成 TXT 类型源文件的文本编辑来产生 HTML 文件。标准的 HTML 文件都具有一个基本的整体结构，即 HTML 文件的开头与结尾标志和 HTML 的头部与实体 2 大部分。有 3 个双标记符用于页面整体结构的确认。它们是：

- `<HTML>` 和 `</HTML>` 双标记符。`<HTML>` 标记符说明该文件是用 HTML 来描述的。它是文件的开头，而 `</HTML>` 则表示该文件的结尾，它们是 HTML 文件的始标记和尾标记。

- `<HEAD>` 和 `</HEAD>` 头部标记符。这 2 个标记符分别表示头部信息的开始和结尾。头部中包含的标记是页面的标题、序言、说明等内容，它本身不作为内容来显示，但影响网页显示的效果。头部中最常用的标记符是标题标记符 `<TITLE>` 和 `</TITLE>`，它用于定义网页的标题，它的内容显示在网页窗口的标题栏中，网页标题可被浏览器用作书签和收藏清单。

- `<BODY>` 和 `</BODY>` 正文标记符。网页中显示的实际内容均包含在这 2 个正文标记符之间。正文标记符又称为实体标记。

当然，如果不使用以上基本框架结构，而直接使用在实体部分中出现的标记符，在浏览器下也可以解释执行。

在编辑 HTML 文件和使用有关标记符时有一些约定或默认的要求：

第一，文本标记语言源程序的文件扩展名默认使用 .htm 或 .html。在使用文本编辑器时，注意修改扩展名。而常用的图像文件的扩展名为 .gif 和 .jpg。

第二，HTML 源程序为文本文件，其列宽可不受限制，即多个标记可写成一行，甚至整个文件可写成一行；若写成多行，浏览器一般忽略文件中的回车符（`<PRE>` 标记指定除外）；对文件中的空格通常也不按源程序中的效果显示。完整的空格可使用特殊符号“&nbsp;”表示非换行空格；表示文件路径时使用符号“/”分隔，文件名及路径描述可用双引号也可不用引号括起。

第三，标记符中的标记元素用尖括号括起来，如：`<A>`、`</A>`，带斜杠的元素表示该标记说明结束；大多数标记符必须成对使用，以表示作用的起始和结束；标记元素忽略大小写，即 `<a>` 与 `<A>` 作用相同；许多标记元素

具有属性说明,可用参数对元素作进一步的限定,多个参数或属性项说明次序不限,其间用空格分隔即可;一个标记元素的内容可以写成多行。

第四,标记符号,包括尖括号、标记元素、属性项等必须使用半角的西文字符,而不能使用全角字符。

第五,HTML 注释由惊叹号表示,注释内容由 `<!-- -->` 符结束。注释内容可插入文本中任何位置。任何标记若在其最前插入惊叹号,即被标识为注释,不予显示。

目前,HTML 还在不断的发展扩充,领头的先锋是美国麻省理工学院计算机科学实验室的万维网标准化组织(World Wide Web Consortium)。该组织将要发布的 HTML 新版将会有一些新奇的特征。其中,最激动人心的内容包括虚拟现实文档类型以及能够记录语音信号的音频输入域。但要得到新规范软件开发商提供支持所有新特征的浏览器还有很长的一段时间。尽管如此,HTML 正朝着功能更强,特征更丰富的方向发展。

## (2) ASP 及 ASP.NET 语言

ASP 身为微软早期的动态网页编程语言以其简单、易学易用的特点吸引了广大网页编程爱好者的青睐,是这三种语言中使用最广、影响力最深、从业者最多的一门语言,ASP + ACCESS 几乎占据了目前低端 Web 开发的主流市场,即使是一些大型的网站也从来没有放弃过用 ASP 来实现 Web 应用程序的开发。同时,ASP 与 MS SQL SERVER 同为微软嫡系产品,它们的结合已经成为动态网页开发的一股新势力,被越来越多地应用于企业级的网站程序开发当中。由此可见,在众多的网页编程语言中,ASP 当之无愧地成为其中的一个“强大帝国”。

ASP 语言拥有以下特点:

- 使用 VBScript、JScript 等简单易懂的脚本语言,结合 HTML 代码,即可快速地完成网站的应用程序。
- 无需编译器编译,容易编写,可在服务器端直接执行。
- 使用普通的文本编辑器,如 Windows 的记事本,即可进行编辑设计。
- 与浏览器无关(Browser Independence),用户端只要使用可执行 HTML 码的浏览器,即可浏览 Active Server Pages 所设计的网页内容。Active Server Pages 所使用的脚本语言(VBScript、JScript)均在 Web 服务器端执行,用户端的浏览器不需要能够执行这些脚本语言。
- Active Server Pages 能与任何 ActiveX scripting 语言相容。除了可使用 VBScript 或 JScript 语言来设计外,还通过 plug-in 的方式,使用由第三方所提供的其他脚本语言,譬如 REXX、Perl、Tcl 等。脚本引擎是处理脚本程序的 COM



(Component Object Model) 插件。

- 可使用服务器端的脚本来产生客户端的脚本。
- ActiveX Server Components (ActiveX 服务器元件) 具有无限可扩充性 (可以使用 Visual Basic、Java、Visual C++、COBOL 等编程语言来编写你所需要的 ActiveX Server Component)。

在实际应用中, ASP 是微软开发的动态网页语言, 也继承了微软产品的一贯传统——只能运行于微软的服务器产品: Windows NT 中的 IIS (Internet Information Server) 和 Windows 98 中的 PWS (Personal Web Server) 上。另外, Unix 下也有 ChiliSoft 的插件来支持 ASP, 但是 ASP 本身的功能有限, 必须通过 ASP + COM 的组合来扩充, 在 Unix 系统下, COM 实现起来非常困难。

总之, ASP 不是目前最好的动态网页编程语言但绝对是目前应用最广的一门编程语言, 在 ASP 的基础上, 微软构架了 ASP.NET, 可以说 ASP.NET 延续了 ASP 的许多特点但又在很多方面弥补了 ASP 的不足, ASP.NET 摆脱了以前 ASP 使用脚本语言来编程的缺点, 理论上可以使用任何编程语言包括 C++、VB、JS 等, 当然, 最合适的编程语言还是微软为 .Net Framework 专门推出的 C#, 它可以看作是 VC 和 Java 的混合体, 尽管微软宣称 C# 在内核上更多的像 VC, 但实际上使用者还是认为它和 Java 更相似一些。首先它是面向对象的编程语言, 而不是一种脚本, 所以它具有面向对象编程语言的一切特性, 比如封装性、继承性、多态性等, 这就解决了上述谈到的 ASP 的那些弱点。封装性使得代码逻辑清晰, 易于管理, 并且应用到 ASP.NET 上就可以使业务逻辑和 HTML 页面分离, 这样无论页面原型如何改变, 业务逻辑代码都不必做任何改动。其次, 继承性和多态性使得代码的可重用性大大提高, 用户可以通过继承已有的对象最大限度保护自身以前的投资, 并且 C# 和 C++、Java 一样提供了完善的调试/纠错体系。

### (3) JSP 语言

JSP 的内置脚本语言是基于 Java 编程语言的, 而且所有的 JSP 页面都被编译成为 JavaServlet, JSP 页面就具有 Java 技术的所有好处, 包括健壮的存储管理和安全性。作为 Java 平台的一部分, JSP 拥有 Java 编程语言“一次编写, 各处运行”的特点。随着越来越多的供应商将 JSP 支持添加到他们的产品中, 用户可以使用自己所选择的服务器和工具, 更改工具或服务器并不影响当前的应用。

JSP 语言拥有以下特点:

- 将内容的生成和显示进行分离。使用 JSP 技术, Web 页面开发人员可以使用 HTML 或者 XML 标识来设计和格式化最终页面。使用 JSP 标识或者小脚



本来生成页面上的动态内容。生成内容的逻辑被封装在标识和 JavaBeans 组件中，并且捆绑在小脚本中，所有的脚本在服务器端运行。如果核心逻辑被封装在标识和 Beans 中，那么其他使用者如 Web 管理人员和页面设计者，能够编辑和使用 JSP 页面，而不影响内容的生成。在服务器端，JSP 引擎解释 JSP 标识和小脚本，生成所请求的内容（例如，通过访问 JavaBeans 组件，使用 JDBC 技术访问数据库，或者包含文件），并且将结果以 HTML（或者 XML）页面的形式发送回浏览器。这有助于作者保护自己的代码，而又保证任何基于 HTML 的 Web 浏览器的完全可用性。

- 强调可重用的组件。绝大多数 JSP 页面依赖于可重用的，跨平台的组件（JavaBeans 或者 Enterprise JavaBeans 组件）来执行应用程序所要求的更为复杂的处理。开发人员能够共享和交换这些执行普通操作的组件，或者使得这些组件为更多的使用者或者客户团体所使用。基于组件的方法加速了总体开发过程，并且使得各种组织在他们现有的技能和优化结果的开发努力中得到平衡。

- 采用标识简化页面开发。Web 页面开发人员不会都是熟悉脚本语言的编程人员。JavaServer Page 技术封装了许多功能，这些功能是在易用的、与 JSP 相关的 XML 标识中进行动态内容生成所需要的。标准的 JSP 标识能够访问和实例化 JavaBeans 组件，设置或者检索组件属性，下载 Applet，以及执行用其他方法更难于编码和耗时的功能。通过开发定制化标识库，JSP 技术是可以扩展的。今后，第三方开发人员和其他人员可以为常用功能创建自己的标识库。这使得 Web 页面开发人员能够使用熟悉的工具和如同标识一样的执行特定功能的构件来工作。JSP 技术很容易整合到多种应用体系结构中，以利用现存的工具和技巧，并且扩展到能够支持企业级的分布式应用。作为采用 Java 技术家族的一部分，以及 Java2（企业版体系结构）的一个组成部分，JSP 技术能够支持高度复杂的基于 Web 的应用。

在实际使用中，JSP 同 PHP3 类似，几乎可以运行于所有平台。如 Win NT、Linux、Unix。NT 下 IIS 通过一个插件，例如 JRUN 或者 ServletExec，就能支持 JSP。著名的 Web 服务器 Apache 已经能够支持 JSP。由于 Apache 广泛应用在 NT、Unix 和 Linux 上，因此 JSP 有更广泛的运行平台。虽然现在 NT 操作系统占了很大的市场份额，但是在服务器方面 Unix 的优势仍然很大，而新崛起的 Linux 更是来势不小。从一个平台移植到另外一个平台，JSP 和 JavaBeans 甚至不用重新编译，因为 Java 字节码都是标准的与平台无关的。

总之，由于 JSP 具有 JAVA 开发语言的许多特点，其强大的应用程序开发能力和快速执行能力在这个讲究效率的时代实际上被越来越多的人所关注，相信 JSP 将会随着 JAVA 一起迅速发展，成为动态网页编程语言中一个举足轻重



的角色。

#### (4) PHP 语言

PHP 是一种跨平台的服务器端的嵌入式脚本语言。它大量地借用 C、Java 和 Perl 语言的语法,并耦合 PHP 自己的特性,使 Web 开发者能够快速地写出动态生成页面。它支持目前绝大多数数据库。还有一点是 PHP 是完全免费的,可以从 PHP 官方站点自由下载。而且你可以不受限制地获得源码,甚至可以从其中加进你自己需要的特色。

PHP 语言拥有以下特点:

第一,强大的数据处理能力。PHP 可以编译成具有与许多数据库相连接的函数。PHP 与 MySQL 是现在绝佳的组合。你还可以自己编写外围的函数去间接存取数据库。通过这样的途径当你更换使用的数据库时,可以轻松地更改编码以适应这样的变化。PHPLIB 就是最常用的可以提供一般事务需要的一系列基库。但 PHP 提供的数据库接口支持彼此不统一,比如对 Oracle、MySQL、Sybase 的接口,彼此都不一样。这也是 PHP 的一个弱点。

第二,面向对象的编程构架。PHP 提供了类和对象。基于 Web 的编程工作非常需要面向对象编程能力。PHP 支持构造器、提取类等。

在实际使用过程中,PHP 可在 Windows、Unix、Linux 的 Web 服务器上正常运行,还支持 IIS、Apache 等通用 Web 服务器,用户更换平台时,无需变换 PHP 代码,可即拿即用。

总之,PHP 的特点决定了 PHP 在动态网页编程语言中的位置,但在这个细分的时代,集团式的大型网站开发并没有显现其被人们接受的深刻性。相反,细分时代给了小型 Web 应用程序开发一片广阔的天地,在这个背景下,相信 PHP 会越走越好。

#### (5) ASP、JSP、PHP 比较及发展趋势

ASP、JSP、PHP 是动态网页编程语言中的三大“霸主”,它们在网页编程领域虽然目标是相同的,但彼此之间在运行速度、适应性等方面是有差异的。有人做过试验,对这三种语言分别做循环性能测试及存取 Oracle 数据库测试。在循环性能测试中,JSP 只用了令人吃惊的四秒钟就结束了  $20000 \times 20000$  的循环。而 ASP、PHP 测试的是  $2000 \times 2000$  循环(少一个数量级),却分别用了 63 秒和 84 秒(参考 PHPLIB)。数据库测试中,三者分别对 Oracle 8 进行 1 000 次 Insert、(插入语句) Update (更新语句)、Select (选择语句) 和 Delete (删除语句): JSP 需要 13 秒,PHP 需要 69 秒,ASP 则需要 73 秒。目前国内 PHP 与 ASP 应用最为广泛。而 JSP 由于是一种较新的技术,国内采用的较少。但在国外,JSP 已经是比较流行的一种技术,尤其是电子商务类的网站,

多采用 JSP。

此外, PHP 缺乏规模支持, 缺乏多层结构支持, 对于大负荷站点, 解决方法只有一个: 分布计算。ASP 和 JSP 具有的数据库、应用逻辑层、表示逻辑层彼此分开的等特性, 而且同层也可以根据流量分开, 组成二维阵列, 而在 PHP 中则缺乏上述这些特性。还有上述提到过的一点, PHP 提供的数据库接口支持不统一, 这就使得它不适合运用在电子商务中。ASP 和 JSP 则没有 PHP 的这些缺陷, ASP 可以通过 Microsoft Windows 的 COM/DCOM 获得 ActiveX 规模支持, 通过 DCOM 和 Transcation Server 获得结构支持; JSP 可以通过 SUN Java 的 Java Class 和 EJB 获得规模支持, 通过 EJB/ CORBA 以及众多厂商的 Application Server 获得结构支持。

在这三者语言中, JSP 应该是未来发展的趋势。世界上一些大的电子商务解决方案提供商都采用 JSP/Servlet, 其中比较出名的如 IBM 的 E-business, 它的核心是采用 JSP/Servlet 的 Web Sphere。西方另一个非常著名的电子商务软件提供商 Intershop, 它原来的产品 Intershop1、2、3、4 占据了主要的电子商务软件份额都采用了 JSP/Servlet。还需注意的是 PHP 并不会失去应用价值, 在互联网应用领域, PHP 语言作为一门兼容性、集成性较高的主流语言还将是当今最流行的编程语言之一。

### 3. 常见网页设计软件

网页设计作为 Web 应用中的一个重要方面, 通常的程序设计语言由于其专业性强等特点, 对于初学者不易掌握, 这个障碍成为普通使用者设计网页的难点之一, 而网页设计软件正好解决了这一问题, 应用网页设计软件, 用户可以不必要掌握网页编程语言完全运用可视化的界面来设计出自己满意的网页。目前, 最为常用的网页设计软件有 FrontPage 和 DreamWeaver。

#### (1) FrontPage

FrontPage 是微软公司开发的一套用来创建互联网站的软件包。它提供使站点保持最新和无错状态所需的工具。使用者可以很容易地管理网站的内容、超链接、页面和发布——所有这一切全都通过一个简单的界面来完成。

FrontPage 也是所见即所得网页制作软件中的佼佼者。即使你不具备写作网页的基础, 也不懂 HTML 语言, 也可在短时间之内整合构成网页的文字、图像、声音和其他元素, 制做出一张亮丽的网页。FrontPage 不但拥有优越的网页编辑能力, 它更具备网站管理的功能, 替您记录网站里面尚未完成或连接错误的网页, 甚至当您移动网站上的某个文件时, 它也会自动更新连接到此文件的超链接, 随时替您分忧解劳。FrontPage 可以让使用者很容易地在网页中加入 ActiveX Controls、plug-ins、Java applets、Java Script、VBScript 等附件。





整体而言, FrontPage 软件可分成三大部分: 编辑网页的 FrontPage Editor、管理网站的 FrontPage Explorer 以及提供网站功能的 FrontPage PWS (Personal WebServer, 个人网站服务器)。

FrontPage 编辑时有三种模式: “普通”模式, 用来编辑网页内容; “HTML”模式, 用来观看 FrontPage 自动生成的 HTML 代码; “预览”模式, 演示网页效果。

## (2) Dreamweaver

Dreamweaver 是美国 MACROMEDIA 公司开发的集网页制作和管理网站于一身的所见即所得网页编辑器, 它是第一套针对专业网页设计师特别发展的视觉化网页开发工具, 利用它可以轻而易举地制做出跨越平台限制和跨越浏览器限制的充满动感的网页。

DREAMWEAVER 网页设计软件主要有三个特点:

一是最佳的制作效率: Dreamweaver 可以用最快速的方式将 Fireworks、FreeHand 或 Photoshop 等档案移至网页上。使用检色吸管工具选择荧幕上的颜色可设定最接近的网页安全色。对于选单, 快捷键与格式控制, 都只要一个简单步骤便可完成。Dreamweaver 能与您喜爱的设计工具, 如 Playback Flash、Shockwave 和外挂模组等搭配, 不需离开 Dreamweaver 便可完成, 整体运用流程自然顺畅。除此之外, 只要单击便可使 Dreamweaver 自动开启 Firework 或 Photoshop 来进行编辑与设定图档的最佳化。

二是网站管理: 使用网站地图可以快速制作网站雏形、设计、更新和重组网页。改变网页位置或档案名称, Dreamweaver 会自动更新所有连接。使用支援文字、HTML 码、HTML 属性标签和一般语法的搜寻及置换功能使得复杂的网站更新变得迅速又简单。

三是无可比拟的控制能力: Dreamweaver 是惟一提供 Roundtrip HTML、视觉化编辑与原始码编辑同步的设计工具。它包含 HomeSite 和 BBEdit 等主流文字编辑器。帧 (frames) 和表格的制作速度很快。进阶表格编辑功能使用户只需简单的选择单格、行、栏即可制成表格。用户甚至可以排序或格式化表格群组。Dreamweaver 支持精准定位, 利用可轻易转换成表格的图层以拖拉置放的方式进行版面配置, 此外, Dreamweaver 成功整合动态式出版、视觉编辑及电子商务功能, 为第三方厂商提供超强的支持能力。当用户使用 Dreamweaver 在设计动态网页时, 所见即所得的功能可以让使用者不需要透过浏览器就能预览网页。梦幻样版和 XML Dreamweaver 将内容与设计分开, 应用于快速网页更新和团队合作网页编辑。建立网页外观的样版, 指定可编辑或不可编辑的部分, 内容提供者可直接编辑以样式为主的内容却不会因为不小心改变既定之样式。



用户也可以使用样版正确地输入或输出 XML 内容,这样一来,可以全方位地呈现利用 Dreamweaver 设计的网页,可以全方位地呈现在任何平台的热门浏览器上。对于 cascading style sheets 的动态 HTML 支援和鼠标换图效果,声音和动画的 DHTML 效果资料库可在 Netscape 和 Microsoft 浏览器上执行。使用不同浏览器显示功能, Dreamweaver 可以告知您在不同浏览器上执行的成效如何。当有新的浏览器上市时,只要从 Dreamweaver 的网站下载它的描述档,使用者便可得知详尽的成效报告。

### (3) 网页设计软件的不足

随着互联网的家喻户晓, HTML 技术的不断发展和完善,随之而产生了众多网页编辑器,从网页编辑器基本性质可以分为所见即所得网页编辑器和非所见即所得网页编辑器(则原始代码编辑器),两者各有千秋。所见则所得网页编辑器的优点就是直观性,使用方便,容易上手,您在所见即所得网页编辑器进行网页制作和在 WORD 中进行文本编辑不会感到有什么区别,但它同时也存在着致命的弱点,主要表现在两方面,一方面难以精确达到与浏览器完全一致的显示效果。也就是说您在所见即所得网页编辑器中制作的网页放到浏览器中是很难完全达到您真正想要的效果,这一点在结构复杂一些的网页(如分帧结构、动态网页结构)中便可以体现出来。另一方面,页面原始代码的难以控制性,比如用户在所见即所得编辑器中制作一张表格也要几分钟,但要它完全符合实际的要求可能需要几十分钟,甚至更多时间。而相比之下,非所见则所得的网页编辑器,就不存在这个问题,因为所有的 HTML 代码都在用户的监控下产生,但是由于非所见则所得编辑器的先天条件就注定了它的工作低效率。如何实现两者的完美结合,则既产生干净、准确的 HTML 代码,又具备所见即所得的高效率、直观性,一直是网页设计师梦想。

## P2P 技术

随着互联网技术的发展和广泛应用,新的技术层出不穷。近年来,由于多媒体视频节目在网络上的广泛传播,人们对网络下载速度的要求越来越高,在这种需求的推动下,一种新的网络通讯技术——P2P 技术就出现了。

### (一) P2P 的概念和特点

P2P 技术,即点对点(Peer-To-Peer)技术,通常简称为 P2P。所谓网络中的点对点,其实可以看成是一种对等的网络模型。P2P 技术实现网络上不同计算机之间,不经过中继设备直接交换数据或服务的一种技术。P2P 技术允许



网络中任一计算机可以直接连接到网络中其他计算机，并与之进行数据交换。

点对点协议 (Point-To-Point Protocol) 缩写为 PPP，是 TCP/IP 网络协议包的一个成员。PPP 是 TCP/IP 的扩展，它可以通过串行接口传输 TCP/IP 包，并增加了授权机制，该协议主要应用于传统 Modem 拨号的通信方式。目前 ADSL Modem 拨号上网方式则基于 PPPoE 技术 (PPP over Ethernet)，即虚拟拨号方式。

P2P 技术主要有以下一些特性：既是 Server 又是 Client，如何表现取决于用户的要求，网络应用由使用者自由驱动；信息在网络设备间直接流动，高速及时，降低中转服务成本；构成网络设备互动的基础和应用；在使网络信息分散化的同时，相同特性的 P2P 设备可以构成存在于互联网这张大网中的子网，使信息按新方式又一次集中。

## (二) P2P 的网络模型

P2P 作为一种网络的模型，它有别于传统的客户/服务器模型。客户/服务器模型一般都有预定义的客户机和服务器。而在 P2P 模型中并没有明确的客户端和服务端，但其实在 P2P 模型中，每一台计算机既可以看成是服务器，也可以看成是客户机。在网络中，传统上的客户机/服务器通讯模型中，发送服务请求或者发送数据的计算机，一般称为客户机。接收、处理服务或接收数据的计算机称为服务器。在 P2P 网络模型中，计算机不仅接收数据，还发送数据。它不仅提出服务请求，还有接收对方的服务请求。更简单的说，在以 P2P 技术为核心的网络中，每一台计算机的地位都是对等的，既是客户机又是服务器。

通常情况下，P2P 有静态配置模型和动态配置模型两种配置模型。

### 1. 静态配置模型

静态配置模型是一种相对静态而简单的对等点定位模型。在该模型中，每个对等点都确切地知道存在于其 P2P 网络中其他对等点的位置以及它们所提供的共享资源内容。静态配置模型的缺点在于网络无法应付不能预知的随机事件和临时变更，比如对等点随机进入和退出网络。

### 2. 动态配置模型

动态配置模型通常有分布式、目录式和混合式三种方式，它们各自有其特点和应用的领域。

分布式由许多对等点组成，这些对等点在功能上很类似，没有专门的目录服务器。对等点必须使用它们所在的网络来定位其他对等点，没有一个对等点

知道整个网络的结构或者组成网络的每个对等点的身份。若希望知道网络中另一个对等点的位置时，它就发出一个查询请求并传递给邻居（网络上最近的 P2P 计算机），这些邻居尝试满足这个请求。如果这些邻居不能完全满足这个请求，就将请求传递给它们的邻居。分布式的缺点在于容易导致网络拥塞，对大型网络应用并不适合。它的优点在于在查询过程中具有较大的灵活性。其结构工作原理图如图 4.7 所示。

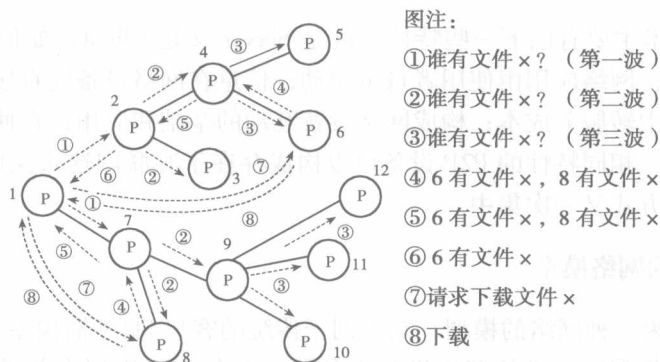


图 4.7 分布式 P2P 结构的工作原理图

在目录式模型中，一台或多台有特殊用途的服务器为对等点提供目录服务。对等点向目录服务注册关于自身的信息（其名称、地址、资源和元数据），并通过根据目录服务器中信息的查询，使用目录服务来定位其他对等点。Napster 模型是一种典型的使用动态配置模型（目录式）的网络模型。

目录式 P2P 有利于网络资源的快速检索，并且只要服务器能力足够强大就可以无限扩展，但是其中心化的模式容易遭到直接的攻击；分布式 P2P 解决了抗攻击问题，但是又缺乏快速搜索和可扩展性。混合式 P2P 结合了目录式和分布式 P2P 的优点，在设计思想和处理能力上都得到了进一步的优化。其结构工作原理图如图 4.8 所示。混合式在分布式模式的基础上，将用户节点按能力进行分类，使某些节点担任特殊的任务。这些节点共分为 3 种，一是用户节点。普通节点，它不具有任何特殊的功能。二是搜索节点。处理搜索请求，从它们的“孩子”节点中搜索文件列表，这些节点必须有 128kbit/s RAM 的网络连接速度，建议使用高性能的处理器。三是索引节点。连接速度快、内存充足的节点可以作为索引节点。索引节点用于保存可以利用的搜索节点信息，并搜集状态信息，维护网络结构信息。

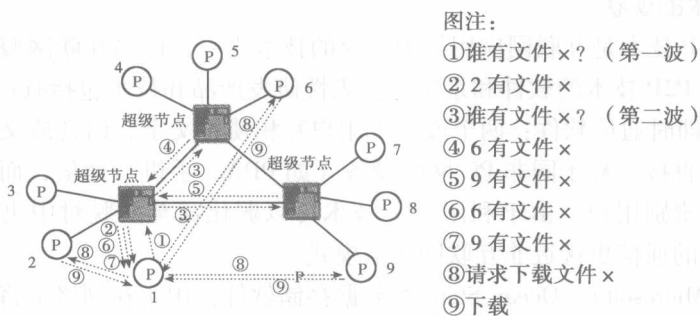


图 4.8 混合式 P2P 结构的工作原理图

### (三) P2P 技术与现有互联网技术比较

目前互联网主要技术模式是 S/C 方式，此方式要在互联网上设置拥有强大处理能力和大带宽的高性能计算机，配合高档的服务器软件，再将大量的数据集中存放在上面，并且要安装多样化的服务软件，在集中处理数据的同时可以对互联网上其他 PC 机进行服务，提供或接收数据，提供处理能力及其他应用。对于一台与服务器联机并接受服务的 PC 机来说，这台 PC 机就是客户机，其性能可以相对弱小。而 P2P 技术的特征之一就是弱化了服务器的作用，甚至取消服务器，任意两台 PC 互为服务器，同时又是客户机，即对等的。将 P2P 与 S/C 方式进行比较发现，S/C 方式造成互联网络上的集中，无论信息资源还是成本资源均向同一方向集中，这样的模式符合一对多、强对弱的社会关系形式，如政府对个人、对企业，大企业对小企业，学校对学生，企业对职工等关系。所以 S/C 方式是符合市场需求的。P2P 方式将导致信息数量、成本资源都向互联网各点均匀分布，也就是所谓“边缘化”的趋势。此模式符合“一对一”的特点，以及彼此相当的社会关系形式，如个人对个人，规模相当的企业之间，等等，这也是符合市场需求的（如 ICQ）。所以这两种方式会共存，有关 P2P 即将替代 S/C 模式的说法是不成立的。由此可见 P2P 有其独特的市场空间，是现有互联网应用的补充，这一点应该是毫无疑问的。

### (四) P2P 技术的现状及发展

P2P 起源于最初的联网通信方式，如在建筑物内 PC 通过局域网互联，不同建筑物间通过 Modem 远程拨号互联。其中建立在 TCP/IP 协议之上的通信模式构成了今日互联网的基础，所以从基础技术角度看，P2P 不是新技术，而是新的应用技术模式。



## 1. P2P 技术的现状

目前, P2P 技术是互联网应用最为广泛的技术之一, 许多互联网服务商都在致力于基于 P2P 技术的软件和系统, 代表性研发产品和技术包括有:

ICQ 类的即时通信软件: 两个或多个用户互相使用文字、语音或文件进行交流, 快速、直接, 易于同非 PC 网络设备 (如 PDA、手机) 通信, 而且它不依赖设备即可辨别用户。由于利用 P2P 技术可以弱化甚至摆脱对中央服务器的依赖, 这样的通信更接近非互联网通信模式。

Farsite (Microsoft)、Ocean Store 类数据存储软件: 用于在网络上将存储对象分散化存放, 而不像现在放于专用服务器。这样减轻了服务器负担, 增加了数据的可靠性和传输速度。

Napster 类软件: 实现数据共享, 使用者可以直接从任意一台安装同类软件的 PC (个人电脑) 上下载及上载文件, 而不是从服务器上。用户可以检索、复制共享的文件。软件自动发现最新的文件列表, 发布者无需担心发布的问题。

Infrasearch、Pointera 类数据搜索及查询软件: 用来在 P2P 网中完成信息检索。一旦形成 P2P 专用网, 其上的数据搜索与现在互联网中数据存在中央服务器的情况有所不同, 必须要考虑动态地将当前 P2P 网络中各个 Peer 的内容进行收集, 并且要有效地向用户传递。P2P 网用户中相当数量在联网方式上不同, 专线、拨号、宽带、窄带都会碰到。联网的时间可以一个是 24 小时在线, 而另一个完全可能仅联机几十分钟。使用的操作系统也不一定相同。

Netbatch (Intel) 类协同计算软件: 可联接近 1 万台 PC, 利用它们的空闲时间进行协同计算, 完成超计算量的工作 (如空间探测、分子生物学计算、芯片设计)。

Groove 类数据或行动协同软件: 它是基于 P2P 连接的软件工具, 可以建立一个安全的企业级协同工作平台 (P2P 网), 提供供求信息链上的互动信息沟通, 如货品目录、库存及发货清单, 帮助使用者进行销售渠道维护、客户服务和支持。

游戏软件: 事实上许多网络游戏均是 P2P 方式的, 尤其是那些双人及多人对弈游戏。

目前, 正式的 P2P 组织尚未成立, 2000 年 8 月间成立的 P2P 工作组, 成员包括 Intel、IBM、HP 等大企业, 目标集中在 P2P 技术的标准、安全性及可靠性等。P2P 技术本身发展迅速, 涵盖的范围尚未确定, 因此, 尚未统一规范。

## 2. P2P 技术的发展

P2P 是一种基于互联网环境的新的应用型技术,目前,其发展的关键在于软件的开发和技术的应用。

比如:对于互联网上众多计算机,P2P 应用比其他应用要更多考虑那些低端 PC 的互联,它们不具备服务器那样强的联网能力,同时对于以往的 P2P 应用技术,现在的硬件环境已经更为复杂,这样在通信基础方面,P2P 必须提供在现有硬件逻辑和底层通信协议上的端到端定位(寻址)和握手技术,建立稳定的连接。涉及的技术有 IP 地址解析、NAT 路由及防火墙。

再比如:在应用层面上,如果两个 Peer 分别代表两家不同的公司,而且它们已经通过互联网建立连接,那么一方的信息就必须为另一方所识别,所以当前互联网上关于数据描述和交换的协议,如 XML、SOAP、UDDI 等都是一个完善的 P2P 软件所要考虑的。而且有通信就要有安全保障,加密技术是必须要考虑的。此外,还需考虑的有如何设置中心服务器、如何控制网络规模等。

## 五、数据处理系统及工具简介

多媒体数据处理系统及工具给用户提供了功能强大的系统平台和工具，它们的主要功能是能够处理文字、图形、图片、视频影像、动画、声音等课件素材，并根据实际需要制作成为结构完整的多媒体文件的数据处理平台。使用多媒体数据处理系统和工具在多媒体数据处理过程中具有很多优越性，它们的主要特点有：操作简便，可大大缩短开发周期；具有交互性和面向对象的操作环境；具有可扩充性。

在多媒体数据处理中，用户往往要求实现逼真的三维动画、高保真音响以及高速度的数据传输速率，这给多媒体数据处理系统和工具提出了更高、更强的要求，可以说正是通过处理这些丰富多彩、数据量庞大的多媒体数据才能够真正表现出多媒体数据处理系统和工具的强大信息处理能力和表现能力，从而进一步体现出多媒体技术应用的广泛性。在多媒体技术应用领域中，存在着许多种数据处理系统和工具。本章主要介绍了这些系统的功能和其中一些常见的软件工具。

### 声音处理工具

声音数据也称音频数据，包括音乐、歌曲演唱、乐曲演奏、演讲旁白等，另外还可能包括碰撞、敲击、射击、观众掌声、喝彩以及雷电等各种音源。这些音频数据输入计算机后，通常可被转换成两种形式来供声音处理工具处理：波形音频（waveform audio）和 MIDI 音频（MIDI audio）。波形音频是以数字方式表示音波，它是由音响卡（包含 ADC 和 DAC）来录制和执行播出声音的。MIDI 音频是以消息的方式而不是以波形的方式组成，其中 MIDI 是一项工业产品的标准，于 1980 年制定，目的是让音乐及合成音可以经由一串消息在不同的设备上交流传输，它提供了计算机外部的乐器与计算机内部连接器之间的接口，这种连接接口定义物理连接（如电线与插座等）与电子乐器沟通的协议。MIDI 也定义了音频的形态与存储方法。MIDI 音频文件是一串的时序命令，它记录下音乐的行为，如按下钢琴键、踩踏板等。

在多媒体技术应用中，若要在多媒体节目中加入完整的数字音频，则必须有赖于编辑声音的软件及 PC 上加装音频卡。多媒体的音频可以在纯粹的音响



处理工具中制作，也可以在某些多媒体编辑工具上制作。总之，在多媒体中如要使用好声音数据离不开声音（音频）处理工具。在实际应用中，常见的声音处理工具有 adobe audition、goldwave 和 wavosaur 等。

### （一）Adobe Audition

2003 年 7 月 Adobe 公司隆重推出了一款名为 Adobe Audition 的专业音频编辑软件，作为 Adobe Video Collection 组件的关键组成部分，与 Adobe Encore DVD、Adobe Photoshop 之间无缝集成，创建一个灵活的工作流，使用户无需购买昂贵的专用多媒体制作系统便可以拥有制作专业级音频的工具，这款软件不愧是 Adobe 针对视音频软件领域接连使出的一样杀手锏。

#### 1. Adobe Audition 的特征

Adobe Audition 软件实际上就是原来大名鼎鼎的 Cool Edit Pro 2.1，是 Adobe 于 2003 年 5 月从 Syntrillium Software 公司收购而来的。这次 Adobe 将它推出专攻其中的音频处理。这款软件可支持高达 128 个音轨，它的高级混音、编辑、控制和特效处理能力可编辑单个音频文件，也可创建回路并可使用 45 种以上的 DSP 特效。它为录制、配音、广播音乐提供了一个专业的音频编辑的混合环境。

目前，Adobe 公司已经发布了最新版本的 Adobe Audition 2.0，它继承了先前版本的特点，仍然是集音频录制、混合、编辑和控制于一身的音频处理工具软件。它功能强大，控制灵活，使用它可以录制、混合、编辑和控制数字音频文件。也可轻松创建音乐、制作广播短片、修复录制

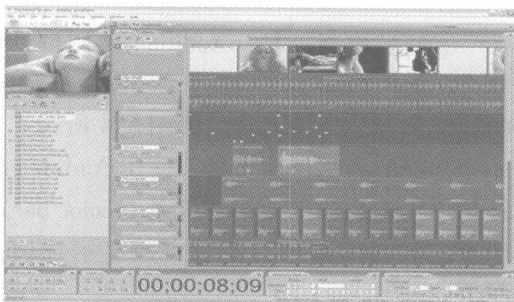


图 5.1 Audition 音频编辑界面

缺陷。通过与 Adobe 视频应用程序的智能集成，还可将音频和视频内容结合在一起。使用 Adobe Audition 2.0 软件，将获得实时的专业级效果。

Adobe Audition 2.0 软件的特点：

①无限音轨，低延迟混合：Audition 使用全新的、强大的低延迟混合引擎，可是用户享受录制及混合时的超速响应（图 5.1）。

②支持 ASIO 零延迟技术：Audition 采用高性能、ASIO（Audio Stream Input Output，音频流输入输出接口，零延迟技术）驱动的音频设备，能够进行超低延迟操作并通过允许诸如实时输入控制（live input monitoring）之类的特



性提高性能。

③快速查找音频 (Audible scrubbing): Audition 使用 Audible scrubbing 的两种模式快速查找所要编辑的音频。Tape-style scrubbing (磁带风格) 允许用户查找难于定位的编辑点, 而 shuttle-style scrubbing (飞梭风格) 允许用户快速扫描整个音频。

④相似模块多频带压缩机 (Analog-modeled Multiband Compressor): Audition 使用 multiband precision 控制变化、调节响度以及控制混合。如图 5.2 所示。

⑤使用外部硬件支持自动记录参数: 在使用 Audition 时, 用户在侦听时可调节音量、面板和效果控制, 实时记录这些操作所引起得变化。使用外部硬件控制设备产生变化, 这些变化以可编辑的封装形式实时呈现 (图 5.3)。

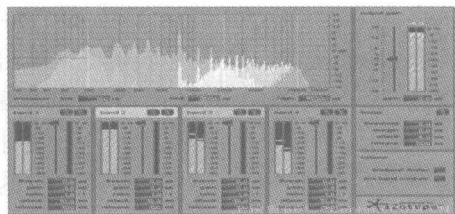


图 5.2 Audition 音频编辑界面

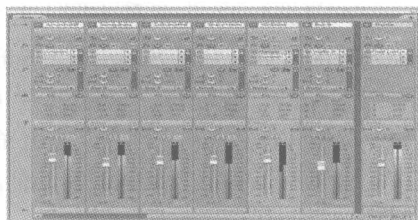


图 5.3 Audition 音频编辑界面

⑥新的控制工具: Audition 使用创新的光谱面板和相位显示模式分析音频, 在编辑视图中, 控制台 (Mastering Rack) 同时应用多种效果, 还有改进的相位和频率分析工具。如图 5.4 所示。

⑦新的频谱显示工具: 使用 Audition 时, 在频谱显示中, 使用新的套索工具创建任意的选区, 调节色条 (color bar) 和分辨率 (resolution) 更好的分离出指定的频率范围, 使用对数显示选项, 增加低频的“可见度”。如图 5.5 所示。

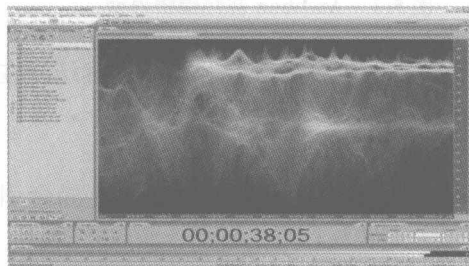


图 5.4 Audition 音频编辑界面

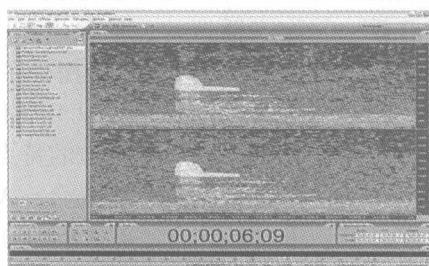


图 5.5 Audition 音频编辑界面

⑧广泛的视频格式支持: 用户在使用 Audition 时, 可以编辑视频音轨并以



AVI、MPEG、DV 或 WMV 格式导出增强后的视频。

⑨优化的性能：在使用 Audition 时，用户可以体验引人注目的性能升级——某些特性快达 3 倍——优化硬件驱动空间的使用。

⑩直观的用户界面：在实际使用 Audition 过程中，用户可以享受已升级的、易于使用的界面——与其他最新 Adobe 视频应用软件界面一致——拥有为最佳化组合而进行了泊靠和群组的工作区面板，还有全新的相位分析工具和强大的新混合面板。

## 2. Adobe Audition 的系统要求

在安装 Audition 软件时，用户所用的多媒体计算机的系统配置要求为（以 Windows 操作系统为例）：

- Intel Pentium III 或 IV 处理器，或者 Intel Centrino（或其他支持 SSE 的）处理器（如要支持视频则要求 Pentium 4 或其他支持 SSE2 的处理器）；
- Microsoft Windows XP Professional 或 Home Edition（带有 Service Pack 2）；
- 512MB 内存（建议使用 1GB）；
- 700MB 可用硬盘空间（安装可选音频片段时，建议可用硬盘空间为 5.5GB）；
- 1024 × 768 显示（建议使用 1280 × 1024）；
- 使用 DirectSound 或 ASIO 驱动程序的声卡（建议使用多通道 ASIO 声卡）；
- CD-ROM 驱动器（若要安装可选音频片段，建议使用 DVD-ROM 驱动器）；
- 适于制作音频 CD 的 CD-RW 驱动器；
- 建议使用扬声器或耳机；
- 需要 Internet 或电话连接来进行产品激活及获取与 Internet 有关的服务。

## （二）GoldWave

GoldWave 是一个相当棒的数码录音及编辑软件，除了附有许多效果处理功能外，它还能将编辑好的文件存成 .WAV、.AU、.SND、.RAW、.AFC 等格式，而且若用户的光盘是 SCSI 形式，它可以不经由声卡直接抽取光盘中的音乐来录制编辑。其软件界面如图 5.6 所示。

### 1. GoldWave 使用方法

GoldWave 是标准的绿色软件，不需要安装且体积小巧（压缩后只有 8.7M），将压缩包的几个文件释放到硬盘下的任意目录里，直接单击 Gold-



图 5.6 GoldWave 软件界面

Wave. exe 就开始运行了。GoldWave 首先是一款音频编辑软件,它的主要功能就是编辑各种格式的音频文件,在使用时,首先选择文件菜单的打开命令,指定一个将要进行编辑的文件,然后按回车。在毫无等待的时间响应内,GoldWave 马上显示出这个文件的波形状态和软件运行主界面,而且它的运行反应速度很快。整个主界面上到下被分为3个大部分,最上面是菜单命令和快捷工具栏,中间是波形显示,下面是文件属性。一般用户的主要操作集中在占屏幕比例最大的波形显示区域内,如果是立体声文件则分为上下两个声道,可以分别或统一对它们进行操作。

①选择音频事件:要对文件进行各种音频处理之前,必须先从中选择一段出来(选择的部分称为一段音频事件)。GoldWave 的选择方法很简单,充分利用了鼠标的左右键配合进行,在某一位置上左击鼠标就确定了选择部分的起始点,在另一位置上右击鼠标就确定了选择部分的终止点,这样选择的音频事件就高亮度显示,我们的所有操作都只会在这个高亮度区域进行,其他的阴影部分不会受到影响。当然如果选择位置有误或者更换选择区域可以使用编辑菜单下的选择查看命令(或使用快捷键 Ctrl + W),然后再重新进行音频事件的选择。

②剪切、复制、粘贴、删除:音频编辑与 Windows 其他应用软件一样,其操作中也大量使用剪切、复制、粘贴、删除等基础操作命令。GoldWave 的这些常用操作命令实现起来十分容易,除了使用编辑菜单下的命令选项外,快捷键也和其他 Windows 应用软件差不多。要进行一段音频事件的剪切,首先要对剪切的部分进行选择,然后按 Ctrl + X 就行了,稍事等待之后这段高亮度的选择部分就消失了,只剩下其他未被选择的阴影部分。用选择查看命令并重新设定指针的位置到将要粘贴的地方,用 Ctrl + V 就能将刚才剪掉的部分还原出来,这样的操作和普通软件使用方法完全相同。同理,用 Ctrl + C 进行复制、用 Del 进行删除。如果在删除或其他操作中出现了失误,用 Ctrl + Z 就能够进行恢复,所以在操作中任何错误都是可以挽回的。

③时间标尺和显示缩放:在波形显示区域的下方有一个指示音频文件时间长度的标尺,它以秒为单位,清晰的显示出任何位置的时间情况,这就对用户了解掌握音频处理时间、音频编辑长短有很大的帮助,它的出现也给用户带来

很大的方便，即给使用者提供了准确的时间量化参数，并根据这个时间长短来计划进行各种音频处理。

当有的音频文件太长，一个屏幕不能显示完毕时，一种方法是用横向的滚动条拖放进行显示，另一种方法是改变显示的比例。在 GoldWave 中，用户改变显示比例的方法很简单，用查看菜单下的放大、缩小命令就可以完成，更方便的是用快捷键 Shift + ↑ 放大和用 Shift + ↓ 缩小。如果想更详细的观测波形振幅的变化，那么就可以加大纵向的显示比例，方法同横向一样，用查看菜单下的垂直放大、垂直缩小或使用 Ctrl + ↑、Ctrl + ↓ 就行了，这时会看到出现纵向滚动条，拖动它就可以进行细致的观测了。

④声道选择：对于立体声音频文件来说，在 GoldWave 中的显示是以平行的水平形式分别进行的。有时在编辑中只想对其中一个声道进行处理，另一个声道要保持原样不变化，这就需要使用编辑菜单的声道命令，直接选择将要进行作用的声道就行了（上方表示左声道，下方表示右声道）。这时用户的所有操作只会对这个选择的声道起作用，而另一个声道并不受到任何影响。

⑤插入空白区域：在指定的位置插入一定时间的空白区域也是音频编辑中常用的一项处理方法，只需要选择编辑菜单下的插入静音命令，在弹出的对话框中输入插入的时间，然后按下“确定”键，这时就可以在指针停留的地方看到这段空白的区域了，这样操作对用户来说非常方便。

## 2. GoldWave 的音频特效制作

在 GoldWave 的效果菜单中提供了 10 多种常用音频特效的命令，从压缩到延迟再到回声等，每一种特效都是日常音频应用领域使用最为广泛的效果，掌握它们的使用能够更方便使用者在多媒体制作、音效合成方面进行操作，得到令人满意的效果。

①回声效果：是指声音发出后经过一定的时间再返回被我们听到，就像在旷野上面对高山呼喊一样，在很多影视剪辑、配音中广泛采用。GoldWave 的回声效果制作方法十分简单，选择效果菜单下的回声命令，在弹出的对话框中输入延迟时间、音量大小和打开混响选框就行了。延迟时间值越大，声音持续时间越长，回声反复的次数越多，效果就越明显。而音量控制的是指返回声音的音量大小，这个值不宜过大，否则回声效果就显得不真实了。打开混响效果之后，能够使声音听上去更润泽、更具空间感，所以默认情况下 GoldWave 软件是将它选中的。

②压缩效果：在唱歌的录音中，往往录制出来的效果不那么令人满意，究其原因很大程度上是由于唱歌时气息、力度的掌握不当造成的。有的语句发音过强、用力过大，几乎造成过载失真了；有的语句却“轻言细语”，造成信号



微弱。如果对这些录音后的音频数据使用压缩效果器就会在很大程度上减少这种情况的发生。压缩效果利用“高的压下来，低的提上去”的原理，对声音的力度起到均衡的作用。在 GoldWave 中，用户可以在效果菜单的扩大/压缩中找到这个命令，选择后弹出所示对话框。在它的三项参数中最重要的是阈值的确定，它的取值就是压缩开始的临界点，高于这个值的部分就被以比值（%）的比率进行压缩。而平滑度表示声音的润泽程度，其取值越大声音过渡得越自然，但听上去感觉也越模糊；其取值越小声音越生硬，但越清晰，所以在压缩过程中应选择一个合适的平滑度，以获得最好的效果。

③镶边效果：使用镶边效果能在原来音色的基础上给声音再加上一道独特的“边缘”，使其听上去更有趣、更具变化性。选择 GoldWave 效果菜单下的边缘（Flange）命令就能看到设置界面。镶边的作用效果主要依靠深度和频率两项参数决定，试着改变它们各自的不同取值就可以得到很多意想不到的奇特效果。如果想要加强作用后的效果比例，则将混合音量增大就可以了。

④改变音高：由于音频文件属于模拟信号，要想改变它的音高是一件十分费劲的事情，而且改变后的效果不一定理想。GoldWave 能够合理的改善这个问题，只需要使用它提供的音高变化命令就能够轻松实现。选择效果菜单中的倾斜度（Pitch）进入改变音高设置对话框，其中比例表示音高达到现在的 0.5~2.0 倍，是一种倍数的设置方式。而半音的设置就一目了然，其表示音高变化的半音数。通常所知的 12 个半音就是一个八度，所以用 +12 或 -12 来升高或降低一个八度。它下方的好声调（Fine Tune）是半音的微调方式，100 个单位表示一个半音。通常情况下，音频格式的固有属性告诉用户，一般变调后的音频文件其长度也要相应变化，但在 GoldWave 中用户可以实现比较理想的“变调不变长”功能，只须将对话框中的保留长度选框选中就行了，现在再播放时发现还是原来的文件长度。

⑤均衡器：均衡调节也是音频编辑中一项十分重要的处理方法，它能够合理改善音频文件的频率结构，达到比较理想的声音效果。在使用过程中，选择效果菜单的过滤器（Filter）——变量 EQ（参数均衡器）就能打开 GoldWave 的 10 段参数均衡器对话框。在对 10 段参数均衡器调节时，通常最简单快捷的调节方法就是直接拖动代表不同频段的数字标识到一个指定的大小位置，注意声音每一段的增益（Gain）不能过大，以免造成过载失真。

⑥音量效果：GoldWave 的音量效果子菜单中包含了改变音量大小、淡出淡入效果、音量最大化等命令，满足用户各种音量变化的需求。改变音量大小命令是直接以百分比的形式对音量进行提升或降低，其取值不宜过大。如果既不想出现过载，又想在最大范围内提升音量，那么用户就需要使用音量最大化



命令，它是 GoldWave 为我们提供的最方便、实用的命令之一，一般在歌曲刻录 CD 之前都要做一次音量最大化的处理。淡出淡入效果的制作也十分容易，只需直接选择相应命令，并输入一个起始（或结束）的音量百分比就行了，这样可以使音量的变化显得十分自然。如果想对不同位置的音频事件进行不同的音量变化就必须使用音量包络线了，操作方法是：打开包络线对话框后直接用鼠标添加、调整音量点的位置，最后按下“确定”键。

⑦声相效果：是指控制左右声道的声音位置并进行变化，达到声相编辑的目的。GoldWave 的声相效果中，交换声道位置和声相包络线最为有用。交换声道位置就是将左右声道的数据互换，只需要选择效果菜单下的立体——交换就能够完成。而声相包络线跟音量包络线非常类似，能够更灵活的控制不同地方的不同声相变化，非常方便。当然除了上面介绍的几种效果之外，GoldWave 还提供了反相、静音、颠倒、偏移等效果。

### 3. GoldWave 其他实用功能

GoldWave 除了提供丰富的音频效果制作命令外，还为用户准备了 CD 抓音轨、批量格式转换、多种媒体格式支持等非常实用的功能。

①CD 抓音轨：如果使用者要编辑的音频素材在一张 CD 中，则不需要再使用其他的抓音轨软件在各种格式之间导来导去了，直接选择 GoldWave 工具菜单下的 CD 声音取出命令就能够一步完成。在 CD 抓音轨对话框中，选择音轨之后按下保存按钮，再输入一个保存的文件名称和路径就行了，极大方便了用户的使用。

②批量格式转换：GoldWave 中的批量格式转换也是一个十分有用的功能，它能同时打开多个它所支持格式的文件并转换为其他各种音频格式，运行速度快，转化效果好，因而很多用户都在经常使用它的这项功能。使用的具体方法是：选择文件菜单下的成批转换命令，在对话框中添加要转换的多个文件，并选择转换后的格式和路径，然后按下开始键。稍后，用户就会在刚才设置的路径下找到这些新生成的音频格式文件。

③支持多种媒体格式：在 GoldWave 的打开命令对话框中我们就可以发现，除了支持最基础的 .wav 格式外，它还直接可以编辑 .mp3 格式、苹果（apple）机的 .aif 格式甚至是视频 .mpg 格式的音频文件。这就给用户的操作带来了太多的方便，使用者再也不用来来回回在各种格式间转来转去了，GoldWave 的多种媒体格式支持将带给用户更高的工作效率。

### （三）Wavosaur

Wavosaur 是一个 Windows 下的声音处理软件，包括编辑音频片断、声音



设计、管理、录制数码声音等功能。可以用来简单地处理你获得的声音文件。同时它还是一款非常专业的音频编辑软件，同时它也是一款录音软件。通过这款软件用户可以从多媒体计算机的声卡输入声音、监视录制、插入循环点和标记音频文件，所有的操作都相当简单，并且 Wavosaur 还支持 MIDI 的控制与处理。其软件界面如图 5.7 所示。

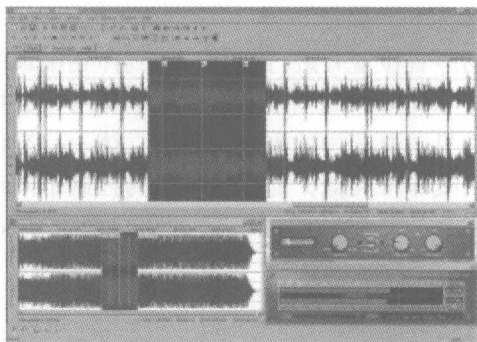


图 5.7 Wavosaur 软件界面

Wavosaur 的特点：

- 基本的音频编辑功能，包括：剪切、复制、粘贴、修剪、反转、静音、衰减和量化等；
- 无限制的 VST 插件支持，并且可以被串接叠加；
- 支持 WAV 文件格式；
- 增加 Undo（撤销）功能（可超过 10 次以上操作），按键 Ctrl + z 或使用编辑菜单命令，

undo 对以下操作有效：suprr、cut、paste 和 VST 的应用；

- config 对话框中增加了“Audioin”选项，用户可以选择录制的音频端口；

- 当录制引擎完全工作时，录制的数据会被添加到当前波形的结束位置；
- 当录制的时候会在开始的位置添加一个 Marker（标记）；
- Marker 和 loop 的点可以通过鼠标进行拖动操作。

## 图像处理工具

在多媒体计算机信息处理中用到最多的是图形与图像处理。图形与图像是对一个实际物体的一种特殊表现形式。同时，图形图像也是多媒体信息中使用最为广泛的一类媒体，它具有直观、形象和易于理解的特点，并且携带着丰富的信息，让人一目了然。有人统计，人类感知客观世界有 70% 的信息是由视觉获取的。可以说，图形、图像和视频是人类最容易接受的信息，它具有文字不可比拟的优点。

人眼能识别的自然景象或图像也是一种模拟信号，为了使计算机能够记录和处理，必须首先使其数字化。数字化后的图像、图形称为数字图像、数字图形，一般也简称为图像、图形。计算机中的图形、图像分为矢量图和位图。

矢量图（Vector-Based Image）是用一系列计算机指令来描述的，这些指令



描述构成一幅图的所有直线、点、圆、椭圆、矩形、弧、多边形等的位置、维数、大小、颜色和形状。这些指令也称为矢量图的图元。显示矢量图的时候,需要相应的软件读取这些指令,并将其转换成屏幕上所显示的形状与颜色。矢量图适合于线形的图画、美术字和工程制图等。由于矢量图采用指令记录,采用数学方式来描述图形,因此只需占用很小的存储空间。矢量图一般也称为图形。

位图(Bit-Mapped Image)是将一幅图像在空间上离散化,即将图像分成许许多多的像素,每个像素用若干个二进制位来指定该像素的颜色或灰度值。位图一般也称为图像。位图可以采用将自然图像进行模数转换的方式来获取,这个过程称为图像的扫描。一幅位图是由许多描述每个像素的数据组成的,这些数据通常称为图像数据,将这些数据作为一个文件来存储,这种文件称为图像文件。位图适合表现比较细腻,层次和色彩比较丰富,包括大量细节的图像。位图可以装入内存直接显示,但是它的图像文件比较大,尤其是使用真彩色时更是如此,因为位图必须指明屏幕上显示的每个像素的信息。

通常,在实际的使用过程中,图像主要包含分辨率和颜色深度两个主要属性。图像分辨率表示组成一幅图像所拥有的像素数目。比如,  $320 \times 240$  表示一幅图像有 240 行, 320 列, 即由  $240 \times 320$  个像素组成, 它既反映了图像的精细程度又反映了图像在屏幕中显示的大小。一般情况下, 在屏幕分辨率一定的条件下, 图像分辨率越高, 图像越大, 越能反映真实图像的原始风貌。颜色深度是指每个像素所使用的二进制位数。对于彩色图像来说, 颜色深度决定了该图像可以使用的最多颜色数目; 对于灰色图像来说, 颜色深度决定了该图像可以使用的亮度级别数目。颜色深度越高, 显示图像色彩越丰富, 画面越自然、逼真, 但数据量也随之猛增。

在多媒体技术的实际应用中, 数字图像存储在计算机中, 常常不直接使用, 而是先对其进行修版、编辑等处理, 这就需要对原始的数字图像进行大量的操作和处理工作, 以使图像更适于多媒体作品的使用。常见的图像处理工具很多, 比较常用的有 Adobe Photoshop 和 Google Picasa。

### (一) Adobe Photoshop

Photoshop 是由 Adobe 公司于 1990 年首次推出的一个功能十分强大的图像处理软件。Adobe 公司成立于 1982 年, 在图像处理和电脑绘图领域一直处于领先地位。1994 年以后, 随着 Adobe 公司的发展, Photoshop 软件也频频升级。1996 年, Adobe 公司推出了 Photoshop 4.0 版本, 继而在 1998 年又推出了功能更加强大的 Photoshop 5.0 版本。1999 年 Adobe 公司再次突破, 推出 Photoshop



5.5 版本。在 2000 年之际，推出了 Photoshop 6.0 版本。2002 年 4 月，Photoshop 7.0 正式上市。它作为专业的图像编辑标准，可以有效提高工作效率，尝试新的创作方式，以及制作适用于打印、Web 和其他用途的最佳品质的图像。此外，通过更便捷的文件数据访问、流线型的 Web 设计、更快的专业品质照片润饰功能及其他功能，成为当今世界上最流行的图像处理与图像设计工具之一，甚至可以说，Photoshop 已经成为图像处理类软件的典范。

Photoshop 不仅具有强大的图像处理功能，而且具有广泛的兼容性，采用开放式结构，能够外挂其他的处理模块和图像输入输出设备。对于设计者来说，Photoshop 提供了几乎无限的创作空间，它可以让你从一个空白的屏幕开始，或者从一幅输入进电脑的基本图像开始，然后建立分开的图层，通过它们来组合图像元件，并进行绘图和编辑，而不会改变原来的背景图像。你可以在图像的任意位置和任意区域加上你喜欢的颜色、文字等，还可以运用不同的外挂滤镜效果，把你的作品修饰得更加动人。对于印刷专业人员来说，Photoshop 以低廉的价格提供了高档专业印刷前操作的能力。它可以扫描、修改图像和对连续色的图像进行分色，可以在 RGB 模式中预览 CMYK 四色印刷的图像，还可以在 CMYK 模式中执行屏幕颜色编辑，也可以轻易地预览四色溢出警告。还可以在给定的调色板上有选择地替代颜色



图 5.8 Photoshop 软件编辑界面

和精确调整油墨用量，更可产生高质量的单色调、双色调及四色调图像。对于摄影师来说，Photoshop 为图像处理和修饰开辟了一个极富弹性，并且易于控制的世界。由于 Photoshop 具有颜色修正、修饰、加减色彩浓度、蒙版、通道、图层、路径以及灯光效果等全套工具，用户可以快速合成各种景物，从而创造出无比动人的图像。对于广大用户来说，Photoshop 提供了一个前所未有的自我表现的舞台，用户可以利用桌面系统尽情地发挥想象力、充分展示自己的艺术才能，创做出令人赞叹的图像作品。还可以将它送到彩色输出中心，制做出精美的图片。Photoshop 软件操作界面如图 5.8 所示。

### 1. Adobe Photoshop 的功能特点

Photoshop 软件的功能和特点主要包括如下几个方面：

①支持多种图像格式以及多种色彩模式：Photoshop 支持的图像格式包括 PSD、EPS、DCS、TIF、JPEG、BMP、PCX、FLM、PDF、PICT、GIF、PNG、IFF、FPX、RAW 和 SCT 等 20 多种。利用 Photoshop 可以将某种格式的图像另



存为其他格式，以满足特殊的需要。Photoshop 支持的色彩模式包括位图模式、灰度模式、RGB 模式、CMYK 模式、Lab 模式、索引颜色模式、双色调模式和多通道模式。Photoshop 可以很方便地实现各种模式之间的转换。

②可以任意处理图像尺寸和分辨率：Photoshop 用户可以在不改变分辨率的情况下任意调整图像尺寸，也可以在不改变尺寸的情况下任意增减分辨率。

③提供了强大的选取图像范围的功能：利用矩形、椭圆面罩和套索工具，可以选取一个或多个不同尺寸、形状的选取范围。磁性套索工具可以根据边缘的像素反差，使选取的范围紧贴要选取的图像。利用魔术棒工具或“颜色范围”命令可以根据颜色来自动选取所要部分。配合快捷键的使用，可以实现选取范围的相加、相减、交叉和反选等效果。

④可以对图像进行各种编辑：Photoshop 可以对图像进行各种编辑操作，例如移动、复制、粘贴、剪切和清除等。如果在编辑时出了错误，还可以进行无限次的撤销和恢复。Photoshop 还可以对图像进行任意的旋转和变形、拉伸、倾斜、扭曲和制造透视效果等。

⑤提供了丰富的绘图功能：喷枪、笔刷、铅笔以及直线等工具可以绘制各种图形。通过自行设定的笔刷形状、大小和压力，可以创建不同的笔刷效果。利用渐变工具可以产生多种渐变效果。加深和减淡工具可以有选择地改变图像的曝光度。海绵工具可以有选择性地增减色彩的饱和程度。模糊、锐化和涂抹工具可以产生具有特殊效果的图像作品。使用图章工具可以修改图像，并可复制图像的某一部分到其他图像的指定位置。

⑥可以对图像的色彩和色调进行任意调整：Photoshop 可以单独对某一选取范围进行调整，也可以对某种选定颜色进行调整。使用“色彩平衡”命令可以在彩色图像中改变颜色的混合，使用“色阶”和“曲线”命令可以分别对图像的高光、暗调和中间调部分进行调整。

⑦可以分层编辑图像：Photoshop 高版本中都带有图层。利用图层可以更容易地合成图像、图形和文字。一幅图像可以包括多个图层，对图层可以进行合并、合成、翻转、复制和移动等操作。图层蒙版可以在不影响图像的同时，控制图层的透明度和颜色混合模式。而拖移功能可以容易地选取图像，并可将它移至不同的文件和层里。利用效果层，用户只需执行一个简单的命令就能得到一些特殊效果，如阴影、发光和浮雕等。

⑧提供了近百种丰富的滤镜：Photoshop 提供多种滤镜，主要包括清晰效果、柔化效果、灯光效果、涟漪效果、风格化效果、变形效果、录像效果和专门去杂色及除尘的效果，同时还可以设定特殊效果或使用第三方提供的特殊效果软件。



⑨支持 CMYK 四色印刷修改和多种图像输入输出设备：Photoshop 可在没有分色版时修改 CMYK 四色图像，可以直接输入从高档扫描仪扫出的 CMYK 四色图像，而四色溢出警告可显示任何超出 CMYK 四色区域的部分，此外它还支持 TWAIN\_32 接口，可接受广泛的图像输入设备，如扫描仪、数字相机等。

## 2. Adobe Photoshop 的系统要求

如果要在 Windows 系统中运行 Photoshop 6.0，推荐用户至少要拥有如下的系统配置：

- 主机：486 以上，推荐使用 Pentium、Celeron；
- 内存：至少 32MB，推荐使用 64MB 以上；
- 硬盘空间：至少 20M 可用硬盘空间；
- 操作系统：Windows 95/98/2000，Windows NT；
- 显示器：VGA，至少 256 色以上。

以上介绍的只是最基本的系统配置，要想提高处理速度，同时运行其他程序或处理多个图像，内存和硬盘空间当然是越大越好，因为在使用 Photoshop 处理图像时，会产生很多临时文件，需要占用很多的内存和虚拟硬盘空间，以完成各种操作。

## (二) Google Picasa

Picasa 是可从 Google 下载的免费软件，它可以帮助用户在计算机上立即找到、修改和共享所有图片的软件。每次打开 Picasa 时，它都会自动查找所有图片（甚至是那些已经遗忘的图片），并将它们按日期顺序放在可见的相册中，同时还可以以易于识别的名称命名文件夹。用户可以通过拖放操作来排列相册，还可以添加标签来创建新组。Picasa 保证您的图片从始至终都井井有条。目前，Picasa 软件已经发布了最新的 Picasa 2.0 版本，其操作界面如图 5.9 所示。

Picasa 还可以通过简单的单次单击式修正来进行高级修改，让用户只需动指尖即可获得震撼效果。而且，Picasa 还可迅速实现图片共享——可以通过电子邮件发送图片、在家打印图片、制作礼品 CD，甚至将图片在互联网上发布。

Picasa 的功能非常强大，通常，比较常用的主要有：图片整理功能、图片修改功能、图片备份功能等。

①图片整理功能：Picasa 会立即查找到并整理用户计算机上的所有图片，并可以添加标签和金星方便用户查找所需要的图片。Picasa 还可以为用户标记



图 5.9 Picasa 软件编辑界面

的每张照片都创建“例图”而不占用计算机空间。因此，用户可以将同一张图片放在多个相册中，并为这些相册设置密码，以保护用户的隐私。

Picasa 使用 IPTC 标准，也就是新闻记者添加标题的方式来添加标题。这也就是说，用户添加的标题保存在图片内，无论用户是将图片作为网页导出，还是制作 CD 演

示，标题都会和图片一起保存。另外，Picasa 标题可以进行完全编辑和搜索，并且用户还可以选择是否显示标题。

②图片修改功能：用户可以利用 Picasa 进行基本修正功能，也就是说操控 Picasa 所提供的一些按钮，可以快速轻松完成这些工作：裁减、消除红眼、修正对比度和颜色以及增强数码照片的效果。

Picasa 的 12 项新的视觉效果可以在数秒钟之内（而不是数小时）改变用户的照片效果。变成褐色、暖化、使照片呈现流行的色彩，或使用单纯的黑白色。使用简单的一次单击或可精细调整的滑块，在用户需要的地方更自如地调整。在整个过程中，您可以在任何一步撤销修改。修正前后的照片效果如图 5.10 所示。

Picasa 还可以缩放、平移、倾斜图像，使图像能够满足用户所需要的角度，从而得到用户满意的相片。

③图片创建功能：利用 Picasa 软件的创建功能，可以使用户根据自己选择的图片制作电影、屏幕保护程序、海报等，这样极大丰富了图像共享的手段。另外，用户选择一组图片或选择其中一个精美的模板，通过 Picasa 能够创建一个拼贴图片或堆叠图片以及制作多次曝光的图片。这样就形成了一个图片拼贴，从而扩展了用户创建图像的手段。

④图片备份功能：利用 Picasa 软件的图片备份功能，将用户自己的图片刻录到 CD 或 DVD，从而使保存图片简单易行。而且，利用 Picasa 可毫不费力地为使用者创建带有幻灯放映演示的 CD，并可为用户的图片方便地创建网络



图 5.10 Picasa 处理前后的图像效果

备份。

## 视频处理工具

在多媒体应用系统中,视频以其直观、生动等特点而得到广泛的应用。通常用活动图像表示视频,活动图形表示动画。也就是说,计算机动画和视频的主要差别类似图形与图像的区别,即帧图像画面的产生方式有所不同。如动画是将手工或计算机绘制出的不连续画面串接起来,一般画面无失真但没有同步声音;而数字视频主要指模拟信号源(如电视、电影等)经过数字化后的图像和同步声音的混合体。目前,在多媒体应用中有将动画和数字视频混同的趋势。按照处理方式的不同,视频分为模拟视频(analog video)和数字视频(digital video)。

所谓模拟视频是以模拟电信号的形式来记录,依靠模拟调幅的手段在空间传播,使用盒式磁带录像机将视频作为模拟信号存放在磁带上。目前的电视系统属于模拟视频系统,它是采用电子学的方法来传送和显示活动景物或静止图像的设备。由此可见,模拟视频是基于模拟技术以及图像显示的国际标准来产生视频画面的,具有成本低、还原性好等优点,以模拟信号产生的模拟视频往往给用户以身临其境之感。但是,模拟视频也具有一些弱点,比如:模拟信号易受周围环境影响而缺乏稳定性,视频无法用计算机进行加工、播放;不管记录的视频画面多么清晰,经过长时间的存放之后,其质量会显著下降;经过多次复制以后,画面会明显失真,以致影响观看效果。因此,数字视频系统的基础是模拟视频系统,数字视频的出现很好地弥补了这些不足,所以,模拟视频的发展前景是数字视频。所谓数字视频就是视频信息是基于数字技术记录的,它在时间和幅度上都是离散的,可以无限次的复制,但不产生失真,并且可以通过计算机随意地编辑和再创作。

数字视频相对于模拟视频而言主要有四大特点:易于处理;传输稳定,抗干扰能力强,不失真;交互能力强,可以集成各种视频应用;按照需要和传输能力改变图像质量和传输速率。

在多媒体技术的实际使用过程中,处理的视频信息全部都是基于数字视频信息的,而对于模拟视频信息,应首先将其数字化,这样才能被计算机系统加工和利用。通常,模拟视频的数字化主要包括色彩模型的转换、光栅扫描的转换及分辨率的统一。其步骤一般采用分量数字化方式,先把复合视频信号中的亮度和色度分离,得到 YUV 或 YIQ 分量,然后用三个模数转换器对三个分量分别进行数字化,最后再转换成 RGB 空间。通常,电视上的视频信息在数字

化时,为了在 PAL、NTSC 和 SECAM 电视制式之间确定共同的数字化参数,国际无线电咨询委员会(International Radio Consultive Committee, CCIR)制定了广播级质量的数字电视编码标准,称为 CCIR 601 标准。在该标准中,对采样频率、采样结构、色彩模型转换等都作了严格的规定,主要有采样频率为  $f_s = 13.5 \text{ MHz}$ 。分辨率与帧率如表 5.1 所示。

表 5.1 CCIR 601 标准中的分辨率与帧率

电视制式	分辨率	帧率
NTSC	$640 \times 480$	30
PAL、SBCAM	$768 \times 576$	25

根据  $f_s$  的采样率,在不同的采样格式下计算出数字视频的数据量,如表 5.2 所示。

表 5.2 CCIR 601 标准中的采样格式和数据量

采样格式(Y:U:V)	数据量/Mbps
4:2:2	27
4:4:4	25

随着多媒体技术的发展,多媒体计算机系统不但可以播放视频信息,而且还可以准确地编辑处理视频信息,这就使用户能够有效地控制视频信息并对视频节目进行再创作,从而更好地满足实际工作地需要。通常,用户对视频信息实施的处理操作包括剪切、复制、粘贴片断、与音频片段合成、调整叠加透明度、增加场景过渡特效、滤镜效果、叠加字幕等。市场上有很多能够处理视频信息的软件工具,其中比较常用的有 Movie maker、绘声绘影和 Adobe Premiere。

### (一) Movie maker

Microsoft Movie Maker 软件是 Windows XP 自带一款视频编辑软件,凡是 Windows XP 用户都可以免费获得这套软件。最新版本的 Movie Maker 是 2.1 版本,其作为 Windows XP SP2 的组件之一,已被捆绑在操作系统中。如果用户已经下载了 SP2,可单击菜单“开始”——“所有程序”,在列表中应该能够找到 Movie Maker 2.1。

Movie Maker 所面向的用户是那些初次接触视频编辑的使用者,它上手轻松简单,易于使用,因而深受这部分用户的好评。Movie Maker 的软件运行界面如图 5.11 所示。

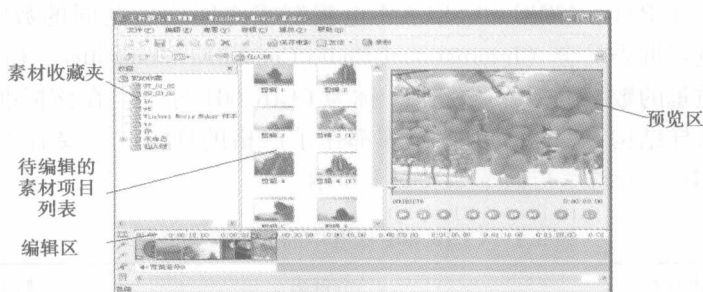


图 5.11 Movie Maker 软件主界面

Movie Maker 的主界面分成了上、下两部分，上方一字排开了 3 个窗格，左边的是“任务”窗格，里面列举出了大部分可快速激活的任务种类；中间是“收藏栏”窗格，这儿不仅是收藏捕捉的视频片段以及重要视频文件的地方，同时也是 Movie Maker 存放“视频过渡”和“视频效果”的地方；右边的窗格是一个播放器，用来让用户预览编辑好的视频片段。主界面的下方是“故事板（Storyboard）”，用户可将视频文件拖到这儿，重新编排顺序。

一般情况下，Movie Maker 的功能主要表现在：

①捕捉视频片段：用户使用 Movie Maker 时，可选择是让 Movie Maker 自动捕捉整段录像，还是自己动手捕捉个别录像片段，即将外部的视频素材导入计算机以供以后的编辑工作。

②重新组织剪辑片段：Movie Maker 是一套非线性视频工具，也就是说，用户可以任意编排剪辑，丝毫不受实际拍摄顺序的影响。因此，在将剪辑文件拖动到故事板上时，可以打乱文件的排列顺序，也就是说，用户可以把导入的视频片断按照需要重新组织。

③润色视频片断：Movie Maker 可以对视频文件进行“视频过渡”这样的润色操作，其功能在于对两个相邻剪辑间建立同时淡出及淡入过渡的效果，以增加视频作品的表现力。

④添加背景音乐：在 Movie Maker 中可为视频文件导入多种格式的音频文件，包括 MP3、WAV、WMA 等，这样极大丰富了多媒体视频节目的表现手段。

⑤添加片头或片尾文字：在 Movie Maker 中可为视频文件添加一个文本标题，作为片头或者是片尾的文字说明。

⑥设置特殊效果：Movie Maker 中自带了 53 种特效，在收藏栏的下拉列表中有一项为“视频效果”，其中最基础也是最重要的就是淡入效果和淡出效果，淡入效果指的是画面从黑起变，最终变白；而淡出效果指的是画面由白起





变,最终转黑。无论使用者想应用其中哪一种视频效果,只需将相应图标拖至故事板内的目标剪辑文件上即可。除此之外,Movie Maker 还可用来对一些曝光不足或曝光过度的视频文件进行基本的校准。

⑦编辑静态照片:使用 Movie Maker 的用户还可以将数码静态照片导入到 Movie Maker 中,这些照片无论是用扫描仪扫描的照片,还是用数码相机拍摄的照片都可以在 Movie Maker 中用来制作成幻灯片样式的效果。

⑧制作自动电影:Movie Maker 的另一项重要功能为“Auto-Movie (制作自动电影)”,即将剪辑转化成 MTV 式的音像制品。

## (二) 绘声绘影

绘声绘影系列软件是友立资讯公司开发的视频编辑软件产品,其最新版本为绘声绘影 9.0。友立资讯公司是全球图像处理、DVD 刻录及视频编辑软件专业著名的研发厂商。绘声绘影系列软件作为一套专为个人及家庭所设计的影片编辑软件,该款编辑软件首创双模式操作界面,入门新手或高级用户都可轻松体验到快速操作、专业剪辑、完美输出的影片剪辑乐趣。在全新一代的绘声绘影 9.0 中,其成批转换功能与捕获格式完整支持,让剪辑影片更快、更有效率;画面特写镜头与对象创意覆叠,可随意做出新奇百变的创意效果;配乐大师让影片配乐更精准、更立体;同时绘声绘影还提供了 128 组影片转场、37 组视频滤镜、76 种标题动画等丰富效果,这样可让影片更加精彩有趣。绘声绘影软件主界面如图 5.12 所示。

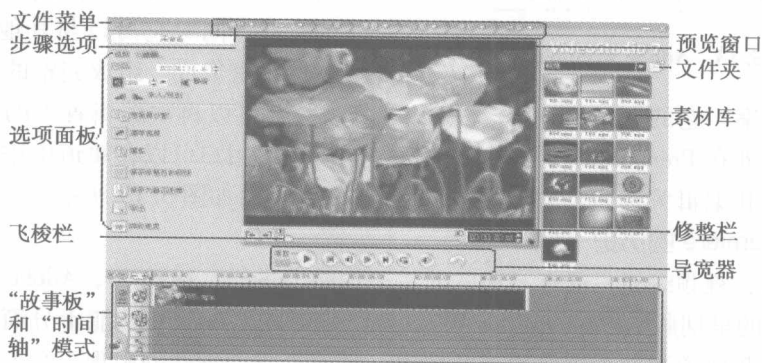


图 5.12 绘声绘影软件主界面

绘声绘影是一个功能强大的“视频编辑”软件,具有图像抓取和编修功能,可以抓取画面文件,并提供有超过 100 多种的编制功能与效果,可制作 DVD、VCD 光盘。它增加了效果滤镜插件,支持各类编码和多种视频来源,例如 DV、V8、TV-Tuner、WebCam 等,而且绘声绘影还完全支持 SONY 最新

型的“MicroMV”摄像机。该软件是家庭和专业数字影音工作者不可缺少的利器，因而在一定范围内得到了广泛的应用。

通常，使用者在使用绘声绘影编辑视频素材时，一般通过捕获视频、编辑视频、转场效果、叠加素材、添加标题、添加音频和分享作品七个步骤来获得满意的视频作品。所得的视频作品可以是视频文件格式，存储在计算机中，以满足观众需求或适合其他用途；也可以将渲染好的文件导出为网页、多媒体贺卡或通过电子邮件发送给亲朋好友，或者可以通过绘声绘影软件所集成的DVD制作向导，直接将视频节目刻录为DVD、SVCD或VCD以便长久保存。

### (三) Adobe Premiere

Adobe Premiere 是 Adobe 公司推出的基于非线性编辑设备的视音频编辑软件，它已经在影视制作领域取得了巨大的成功，现在被广泛的应用于电视台、广告制作、电影剪辑等领域，成为个人电脑和 MAC 平台上应用最为广泛的视频编辑软件。Premiere 的新版本完善地解决了 DV 数字化影像和网上的编辑问题，为 Windows 平台和其他跨平台的 DV 和所有网页影像提供了全新的支持。同时它可以与其他 Adobe 软件紧密集成，组成完整的视频设计解决方案。它的 Edit Original（编辑原稿）命令可以再次编辑置入的图形或图像。另外在 Premiere 中，还加入关键帧的概念，用户可以在轨道中添加、移动、删除和编辑关键帧。Adobe Premiere 的软件界面如图 5.13 所示。

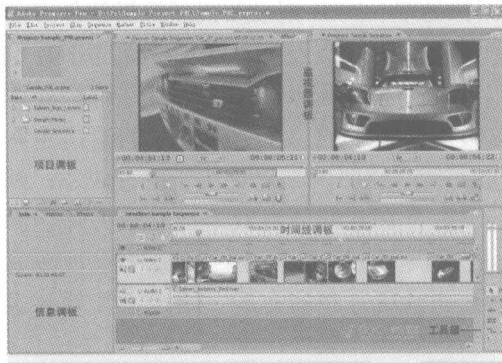


图 5.13 Adobe Premiere 软件界面

#### 1. Premiere 的历史

以前，视频编辑只能在高级的非编工作站上进行。1993 年，Adobe 推出了 Premiere 的早期版本 Premiere for Windows。那时的 Premiere 功能十分简单，只有两个视频轨道和一个立体声音频轨道。随着奔腾处理器的出现，个人电脑的性能有了长足的发展，对多媒体处理的性能也不断进步。1995 年 6 月，Adobe 公司推出了 Premiere for Windows 3.0，这个版本可以实现很多专业非编软件的功能，个人电脑真正实现了专业的非线性编辑。

在 Premiere 3.0 和 Premiere 4.0 获得成功后，Adobe 公司又于 1998 年推出了功能更为强大的 Premiere 5.0，迅速占领了 Mac 和 PC 平台的市场，成为这



两个平台上使用范围最广的视频编辑软件。为了巩固 Premiere 的低端市场并力求占领高端市场, Adobe 于 2003 年 7 月发布了 Premiere 的第七个正式版本——Premiere Pro, 并于 2004 年 6 月对其进行了部分升级, 推出 Premiere Pro 1.5。这两个版本相对于以前的版本可以说是革命性的进步, 将之前的 A/B 轨编辑模式变为更加专业的单轨编辑模式, 可以实现序列嵌套, 还加入了新的色彩校正系统和强大的音频控制系统等高级功能。

Premiere Pro 的诞生在 PC 平台和 Windows XP 系统上建立了数码视频编辑的新标准, 将软件提升到了一个新的高度, 为进一步开拓市场, 赢得更多的用户奠定了基础。2006 年 1 月, Adobe 正式发布 Production Studio 软件套装, 其中主要包括: After Effects 7.0、Premiere Pro 2.0、Audition 2.0 和 Encore DVD 2.0, 还有 Adobe CS2 套装中的 Photoshop CS2 和 Illustrator CS2。Production Studio 套装中的软件组成了一条完美的工作流程: After Effects 7.0 可以高效、精确地创建各种动态图形和视觉效果; Premiere Pro 2.0 可以获取和编辑几乎各种格式的视频, 并按需进行输出; Audition 2.0 集音频录制、混合、编辑和控制于一身, 可轻松创建各种声音, 并完成影片的配音和配乐; 而 Encore DVD 2.0 可以将视频内容创建刻录为带有环绕声音频解码和动态菜单的专业级 DVD。Premiere Pro 2.0 是 Production Studio 套装中重要的组成部分, 与套装中其他 Adobe 应用程序无与伦比的集成功能, 为高效数字视频的制作设立了新的标准。

## 2. Premiere Pro 2.0 的新功能

Premiere Pro 2.0 作为 Adobe Premiere 的一个新的版本, 同以前的版本相比具有许多新的功能:

①多视频轨道编辑 (Multicam editing): Adobe Premiere Pro 2.0 提供了多摄像机摄像编辑功能, 可以从一个多摄像窗口中查看多个视频轨道, 并实时在轨道之间通过转换进行编辑。基于源素材时间码轻松同步剪辑。

②加速客户评论和核准: Adobe Premiere Pro 2.0 提供了 Adobe Clip Notes (Adobe 剪辑注释), 可以加速评论。将视频嵌入到 PDF 文件, 通过 E-mail 发送有特定时间码注释的文件给客户评论, 然后查看映射到时间轴的注释。

③时间轴进行 DVD 创作: 从 Adobe Premiere Pro 时间轴直接创建高质量、可驱动菜单的 DVD。为数字样片 (digital dailies)、测试碟 (test discs) 或最终产品 (final delivery) 制作全分辨率、交互式的 DVD。

④HDV 编辑: Adobe Premiere Pro 2.0 可以在没有转换或质量损失的原始格式中捕获和编辑 HDV 内容。Adobe Premiere Pro 2.0 用流行的 Sony 和 JVC 公司 HDV 格式摄像机和磁带录像机进行工作。

⑤SD 和 HD 格式支持: Adobe Premiere Pro 2.0 使用 AJA Video 的 Xena HS 实时编码卡捕获、编辑以及发布全分辨率的 SD (Standard Definition, 普通清晰度) 格式或 HD (High Definition, 高清) 格式的文件。

⑥增强的色彩校正工具: Adobe Premiere Pro 2.0 利用新的色彩校正工具, 为特定的任务分别进行优化。快速色彩校正允许用户快速简易调节, 而色彩校正工作允许用户为专业作品做更多的选择性修改。

⑦支持 10-bit 和 16-bit 色彩解析度: Adobe Premiere Pro 2.0 支持 10-bit 视频和 16-bit PSD 文件, 维持源素材完整性。

⑧32-bit 内部色彩处理: Adobe Premiere Pro 2.0 以对色彩、对比度和曝光的不同变化维持最大限度的图像质量, 没有了条纹和低 bit 深度处理引致的现象。

⑨加速的 GPU 渲染: Adobe Premiere Pro 2.0 会自动调整, 充分利用用户的显卡, 加速动画、不透明度、色彩和图像畸变效果的预览和渲染。

⑩Adobe Bridge: Adobe Premiere Pro 2.0 可从 Adobe Bridge 中浏览、组织以及预览文件, 然后拖放用户所需要的内容。可以搜索或编辑诸如关键字、语言和格式这样的 XMP 元数据。

### 3. Premiere Pro 的系统要求

在安装 Premiere Pro 之前, 先看看它对电脑操作系统和硬件配置的要求。根据 Premiere Pro 官方网站提供的资料, Premiere Pro 对电脑的硬件和软件系统要求都比较高。对于操作系统的要求是, 必须为 Windows XP 专业版或者家庭版, 而且最好安装 Service Pack 1 或 Service Pack 2 升级补丁。对硬件的要求则是:

- Intel 奔腾 III 800MHz 处理器 (推荐使用 Intel 奔腾 4 3.06GHz 处理器);
- 256MB 内存 (推荐使用 1GB 或更多的内存);
- 800MB 磁盘空间用来安装 Premiere Pro;
- CD-ROM 光驱。如要制作 DVD 光盘, 需要兼容的 DVD 刻录机 (支持格式为 DVD-R/RW + R/RW);
- 1024 × 768 分辨率、32 位彩色监视器 (推荐 1280 × 1024 分辨率或者带双头输出的显示卡);
- 如要采集 DV 视频, 需要 OHCI 兼容的 IEEE1394 接口卡 and 专业的 7200 转、UMDA66 的 IDE 或者 SCSI 接口的硬盘或者磁盘阵列;
- 第三方采集卡最好使用通过 Adobe Premiere Pro 认证的采集卡;
- 可选功能: ASIO 音频硬件设备, 5.1 音频回放的环境扬声器系统;
- 与 DirectX 兼容的声卡。

这里要注意的是, Adobe 公司不推荐 Premiere Pro 使用 1394 火线接口的磁盘, 因为这可能会对 Premiere Pro 软件自身造成破坏。

## 动画制作工具

动画作为多媒体节目的一个重要组成部分, 在多媒体技术的应用中有着不可替代的作用。在各类动画当中, 最有魅力并动用最广的当属三维动画。二维动画可以看成三维动画的一个分支, 它的制作难度及对电脑性能的要求都远远低于三维动画。过去制作三维动画需要程序员的维护和操作, 如今, 计算机价格在不断降低, 性能在不断地增强, 三维动画软件, 则是功能愈来愈强大, 操作起来也是越来越容易, 这使得三维动画有了更广泛的运用。由于世界是立体的, 只有三维才让用户感到更真实。

通常在实际应用中, 制作三维动画是一个涉及范围很广的话题, 从某种角度来说, 三维动画的创作有点类似于雕刻、摄影、布景设计及舞台灯光的使用, 用户可以在三维环境中控制各种组合。作为专业级的作品至少要经过三步: 造型、动画和绘图。

造型就是利用三维软件在电脑上创造三维形体。一般来说, 先要绘出基本的几何形体, 再将它们变成需要的形状, 然后通过不同的方法将它们组合在一起, 从而建立复杂的形体。另一种常用的造型技术是先创造出二维轮廓, 再将其拓展到三维空间。还有一种技术叫做放样技术, 就是先创造出一系列二维轮廓, 用来定义形体的骨架, 再将几何表面附于其上, 从而创造出立体图形。由于造型有一定难度, 工作量又大, 因此, 用户可以在市场上找到包罗万象的三维造型库, 从自然界的小动物到宇宙飞船, 应有尽有, 直接调用它们可提高工作效率, 也可为经验不足的新手提供方便。

动画就是使各种造型运动起来, 由于电脑有非常强的运算能力, 制作人员所要做的是定义关键帧, 中间帧交给计算机去完成, 这就使人们可做出与现实世界非常一致的动画, 如很多电影的特效镜头是用电脑合成, 观看者却无法分辨, 不像传统的动画片, 由于是手工绘制, 帧与帧之间没有过渡, 观众看到的是画面不断跳跃的卡通片。

绘图包括贴图和光线控制, 当用户完成这一切要给动画上色时, 会发现电脑的性能对制作三维动画非常地重要, 动画一秒钟大约为 30 帧, 合成一帧(就是一个画面)可能用几秒, 也可能要几十分钟, 性能不佳的电脑将无法工作。

随着 Internet 迅猛发展, 我们生活中数字信息的数量正在急剧增加, 质量

上也将大大地改善。动画特别是三维动画被当作一种最佳的信息的包装方式。显然, 三维技术能使人耳目一新。给人最好的视觉感受是所有信息传播者共同的追求, 因而三维动画必将更多的出现在相关媒体特别是 Internet 上, 三维制作软件也将朝着功能更强, 使用更容易, 更具交互性等方向发展。随着电脑科技的日新月异, 各个软件公司不继推出新版本的软件, 将使电脑动画技术更加普及。目前, 市场上的动画制作工具软件很多, 其中比较常见的有 Flash。

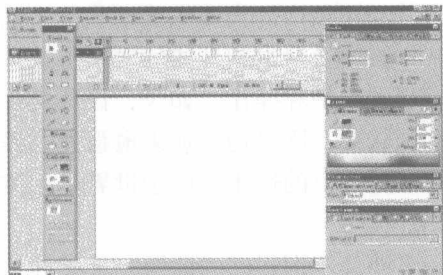


图 5.14 Flash 软件主界面

Flash 软件是 Macromedia 公司开发的一款多媒体制作软件, 它在生成基于矢量图形的动画方面具有惊人的能力, 并且可以在 Web 上发布。其主界面如图 5.14 所示。目前, Flash 在业界无疑已经成为一股不容忽视的力量, 由它创建的网页动画产生的梦幻效果与原来简单的 GIF 动画不可同日而语, 在其他领域比如多媒体开发等, Flash 也得到了日益广

泛的应用。Flash 的使用者通常只要花并不多的时间和精力, 就可以迅速创建 Flash 动画, 而且通过 Flash 动态服务器组件——Generator (生成器), Flash 影片可以直接与服务器方的脚本和程序交换数据。很多软件, 比如我们熟悉的 3D Studio MAX、Adobe Illustrator 等也增加了直接导出 Flash 影片格式 (.SWF 文件) 文件的功能, 第三方开发者也正努力开发相应的应用程序, 以减少 Flash 工作者的工作量。

### (一) Flash 的功能特点

一般来说, Flash 是一款集“矢量绘图”、“动画制作”、“互动设计”三大功能于一身的软件, 不用编写 Java 程序开发 Java Applet, 就可以做出生动的动画效果, 还可以为动画配上动人的音效, 其最显著的特点是生成的文件相对于 GIF 动画要小得多。总的来说, Flash 的特点主要有:

- 制作简单方便。传统的卡通动画制作以及 GIF 动画都必须将播放过程中的每一帧都绘制出来, 而 Flash 则采用渐变动画的思想。也就是说, 对于特定的一段动画, 只要制作其第一帧和最后一帧的内容, 中间过程就可以由计算机自动完成。这些动画效果包括移动、旋转、变形、颜色变化等, 这样一来, 简化了动画的制作过程。

- 文件占用空间小。这里说的占用空间小是相对的, 也就是说如果创建同等效果的动画, 由 Flash 制作的文件要比 GIF 动画小得多。而且 Flash 动画所



实现的很多功能是使用 GIF 动画完全不能实现的。

- 可使用压缩后的声音。Flash 可以将动画中使用的音效以 MP3 的格式压缩，所以声音在文件中所占的空间被尽可能地减少了。加上声音后，动画变得生动了许多，也更富冲击力和感染力，同时也为制作卡通片提供了较好的支持。

- 受下载速度的影响小。Flash 动画由于本身文件比较小，所以浏览者不用花费太多的时间等待下载。而且最关键的是 SWF 文件采用 Stream 信息流传送方式，可以边下载边播放，不用等待整个文件全部下载完才能观看动画，所以即使网络的传输速度很慢，也不至于什么都看不到。

- 强大的交互性的指令设定环境。Flash 提供新的 Action 指令设定环境，使用的 ActionScript 具备比较完整的程序语言结构，使 Flash 动画可以具备很好的交互性。当然，这就要求学习者具备一定的程序编写经验，才可以真正得心应手地完成开发。

## （二）Flash 的应用领域

Flash 这种软件不仅仅是一个杰出的动画制作软件，更是一个交互式的多媒体制作软件。它可以创建各种类型的动画，而且由于有 ActionScript 的支持和 Generator Studio 的同步实现，可以作为从数据库或者其他后端资源中发布动态 Web 内容解决方案中的前端和图形引擎来使用，从而实现复杂的交互应用。实际上，通过 Flash 软件，确立了一个新的网页动画的标准。同时，它也给网页发布带来了一次风潮般的变革，使用了 Flash 技术的页面，完全与传统的网页页面形成鲜明的对比，更能够吸引浏览者的注意，也更能够赢得浏览者的赞叹，其效果是立竿见影的。现在，Flash 动画无疑是 Web 发布的一个焦点，不使用 Flash 技术的网站，就显得有些落伍了。

一般来说，Flash 主要用于制作网页动画，甚至整个网站；多媒体软件开发（软件片头、游戏）；其他娱乐目的（MTV、贺卡、小型卡通片等）。

## 虚拟现实工具

虚拟现实就是对真实世界的模拟，一方面它能对现实环境作逼真的描述；另一方面还能使得人们在观察虚拟环境的时候犹如身临其境，可以与之进行交互。利用计算机模拟真实世界从而形成模拟环境从而实现虚拟现实的技术被称为虚拟现实技术。也就是说通过计算机对各种复杂的信息加工处理、进行可视化操作并且与之交互的一种方式。一方面，虚拟现实技术借助于多种技术的融



合实现对现实的逼真描述,另一方面使人们能与描述出的虚拟环境进行交互。

虚拟现实由于应用的不同,实现方法也不同。一般说来,作为高级应用的虚拟现实系统离不开满足虚拟现实要求的硬件设备,而作为桌面计算机系统实现虚拟现实则往往无需特别硬件设备的支持,随着因特网的普及和发展,出现了很多在因特网上实现虚拟现实环境的方法。

虚拟现实系统由于应用和目的不同,需要的硬件设备也不同,一般常见的虚拟现实系统应该包括以下几个方面的硬件设备:虚拟现实跟踪传感设备,即获得人在虚拟环境中的动作、感知等信息;虚拟现实显示设备,即用于观察者观看虚拟场景时增加真实的效果从而产生真实的感受;虚拟现实的虚拟手设备,即用于在虚拟场景中模拟人手对周围环境的感知、操纵和控制。

此外,根据不同的需要,还应该具备满足虚拟要求的声音设备以及模拟一些触觉和感知度的设备如力回馈、触觉回馈装置等。目前常见又较普及的设备有头盔屏幕显示器、数据手套等。

由于虚拟现实系统的目标是由计算机生成虚拟世界,用户能与之进行视觉、听觉、触觉、嗅觉等全方位交互。要达到这种目标,除了需要有一些专业的硬件设备,还必须要有较多的相关技术及软件加以保证。如要达到观察一个三维场景,并且随视角不同能实时显示变化的场景图像。我们知道只有设备是远远不够的,还必须要有相应的压缩算法等技术相支持,由此可见,实现虚拟现实系统除了需要功能强大的硬件设备支持以外,对其相关的软件和技术也提出了较高的要求。

所谓虚拟现实系统的软件实现,主要是指通过一些基本的硬件环境,如常用专用处理器、输入输出设备、磁记录设备等,利用软件编程或软件工具生成的方法在输出设备如显示器上输出逼真的、具有虚拟现实特征的场景的系统。由于用软件的方法对硬件的依赖性不高,相对来说容易实现,而且其适用的范围很广,因此目前发展很快,很多公司都纷纷推出自己的产品软件开发包,以及其他的一些工具。可以说关于虚拟现实的软件实现有着极其光明的前景。

通常,软件工具实现虚拟现实的一些相关技术包括虚拟环境建模技术、实时三维绘制技术、三维虚拟声音的显示技术、自然交互与传感技术和碰撞检测技术等。了解这些技术对开发实用的虚拟现实系统有一定的指导意义。在虚拟现实技术的实际应用中,虚拟现实的软件系统是实现虚拟现实技术应用的关键。而在这些技术的实际使用过程中,提供一种使用方便、功能强大的系统开发支撑软件是十分重要的,虚拟现实软件工具就是要达到这个功能。目前,在国内与国外已开发了很多虚拟现实(VR)系统软件工具,如 WTK(World Tool Kit)、MR(Minimal Reality Toolkit)、Orld Visions、FreeWRL、Vega Prime、

Eon Studio、VRT (Virtual Reality Toolkit)、DVES (Distributed Virtual Environment system) 等, 其中 Vega Prime 和 Eon Studio 是应用较多的两种软件。

### (一) Vega Prime 软件

Vega Prime 是美国 Multigen-Paradigm 公司推出的支持面向对象技术的实时视景驱动先进的软件环境, 主要用于实时视景仿真、声音仿真和科学计算可视化等领域。所以说, Vega Prime 代表了视景仿真应用程序开发的巨大进步。它是基于 Vega Scene Graph (VSG, MPI 公司先进的跨平台场景图形 API, 底层为 OpenGL), 同时包括 Lynx Prime GUI (图形用户界面) 工具, 让用户既可以用图形化的工具进行快速配置, 又可以用底层场景图形 API 来进行特定功能的创建。Vega Prime 使视景仿真应用程序快速准确的开发变得易如反掌, 它是最具有适应性和可扩展性的商业软件。它将先进的功能和良好的易用性结合在一起, 帮助用户快速、准确地开发实时三维仿真, 加速成果的发布。Vega Prime 将易用的工具和高级视景仿真功能巧妙地结合起来, 从而使用户简单迅速地创建、编辑、运行复杂的实时三维仿真应用。由于它大幅度减少了源代码的编写, 使软件的进一步维护和实时性能的优化变得更容易, 从而大大提高了开发效率。同时, Vega Prime 在提供高级仿真功能的同时还具有简单易用的优点, 使用户能快速准确地开发出合乎要求的视景仿真应用程序。总之, Vega Prime 是有效的、快速的、准确的视景仿真应用开发工具, 它可以用来渲染战场仿真、娱乐、城市仿真、训练模拟器和计算可视化等领域的视景数据库, 实现环境效果等的加入和交互控制。Vega Prime 的开发界面如图 5.15 所示。

#### 1. Vega Prime 的主要特征和功能

通过使用 Vega Prime, 用户能把时间和精力集中于解决应用领域内的问题, 而无需过多考虑三维编程的实现。此外, Vega Prime 具有灵活的定制能力, 使用户能根据应用的需要调整三维程序。同时, Vega Prime 还包括许多有利于减少开发时间的特性, 使其成为现今最高级的商业的实时三维应用开发环境。这些特性包括自动的异步数据库调用、碰撞检测与处理、对延时更新的控制和代

码的自动生成。此外, Vega Prime 还具有可扩展定制的文件加载机制、对平面或球体的地球坐标系统的支持、对应用中每个对象进行优化定位与更新的能

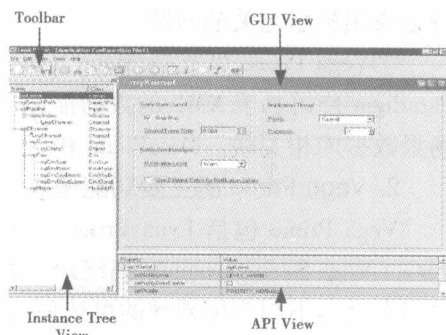


图 5.15 Vega Prime 开发界面



力、星象模型、各种运动模式、环境效果、模板、多角度观察对象的能力、上下文相关帮助和设备输入输出支持等。使用 Vega Prime 可以迅速地创建各种实时交互的三维视觉环境,以满足各行各业的需求。同时,它还拥有一些特定的功能模块,可以满足特定的仿真要求,例如特殊效果、红外和大面积地形管理等。总之,Vega Prime 有很多特性,主要包括:

①Vega Prime 具有跨平台性,它支持 Microsoft Windows、SGI IRIX、Linux、Sun Microsystems Solaris 等操作系统,并且用户的应用程序也具有跨平台特性,用户可在任意一种平台上开发应用程序,而且无需修改就能在另一个平台上运行。

②C++ STL (Standard Template Library) 兼容,并且可定制用户界面和可扩展模块。

③支持双精度浮点数。

④在 Vega Prime 中可定制用户界面和可扩展模块,它的可扩展的插件式体系结构采用了最复杂的技术,提供了最简单的使用方法,它可进行最大可能的定制,用户可根据自己的需求来调整三维应用程序,能快速设计并实现视景仿真应用程序,用最低的硬件配置获得高性能的运行效果。此外,用户还可开发自己的模块,并生成定制类。

⑤Vega Prime 可同时支持 OpenGL 1.2 和 Direct3D 8。

⑥Vega Prime 具有高效的生产率,它是对普通视景仿真应用的高级抽象,它提供了许多高级功能,能满足现今绝大部分视景仿真应用的需要,同时还具有简单易用的特性,因此具有高效的生产率,它可让用户把精力集中于解决与特定应用领域相关的问题。

⑦Vega Prime 可支持 MetaFlight 文件格式。其中,MetaFlight 是 MultiGen-Paradigm 公司基于 XML 的数据描述规范,它使运行数据库能与简单或复杂的场景数据库相关联。MetaFlight 极大地扩展了 OpenFlight 的应用范围。

## 2. Vega Prime 的主要功能模块

Vega Prime 包括 Lynx Prime 图形用户界面配置工具和 Vega Prime 的基础 VSG (Vega Scene Graph) 高级跨平台场景渲染 API。此外,Vega Prime 还提供了多个针对不同应用领域的可选模块,使其能满足特殊行业仿真的需要,还提供了用户开发自己模块的功能。

Lynx Prime 图形用户界面配置工具是一种可扩展的跨平台的单一的 GUI 工具,为用户提供了一个简单的直接明了的开发界面,可根据仿真需要快速开发出合乎要求的视景仿真应用程序,它具有向导功能,能对 Vega Prime 的应用程序进行快速创建、修改和配置;它基于工业标准的 XML 数据交换格式,能与



其他应用领域进行最大程度的数据交换；它可以把 ACF（Application Configuration File）自动转换为 C++ 代码。

场景图库（VSG, Vega Scene Graph）是指允许用户以图数据结构表述场景中的物体，这样就能将共享某些属性的相关物体归为组（group），就能在一个地方指定整个组的共同属性。场景图库能够自动管理，如实绘出场景所需的东西（如 LOD），并且忽略那些减缓场景实时显示的不必要细节。在实际使用过程中，VSG 是用 C++ 开发的，并融入了许多现代 C++ 的特性和技术，如泛型、设计模式等。场景图库是一种高级的跨平台的场景渲染 API，是 Vega Prime 的基础，Vega Prime 包括了 VSG 提供的所有功能，并在易用性和生产效率上作了相应的改进。场景图库的出现，Vega Prime 便摆脱了 Performer 的束缚，真正从工作站专用软件转向了多平台多系统的通用软件。在为视景仿真和可视化应用提供的各种低成本商业开发软件中，VSG 具有最强大的功能，它为仿真、训练和可视化等高级三维应用开发人员提供了最佳的可扩展的基础。VSG 的优点包括：帧频率控制、内存泄漏跟踪、基于帧的纹理调用、分布式渲染、支持 OpenGL 和 Direct3D 的优化的渲染功能、支持虚拟纹理、软件实现图像的动态查阅，使高级功能与平台无关等，同时，VSG 场景图库能屏蔽底层的绘图函数库（OpenGL, DirectX），它的功能就像一个树形结构：开始于最顶端的节点（node），这个节点可以是二维或是三维的，包含了整个虚拟世界。整个世界被表述为节点的层次结构，可以是控件对象的组、对象位置的设置、对象的动画，或者是对象之间逻辑关系的定义。在使用过程中，VSG 具有以下特性：帧频率控制；内存分配；内存泄漏跟踪；基于帧的纹理调用；异步光线点处理；（优化的）分布式渲染；跨平台可扩展的开发环境，支持 Windows、Irix、Linux 和 Solaris；与 C++ STL 相兼容的体系结构；强大的可扩展性，允许最大程度的定制，使得用户可调整 VSG 来满足应用需求，而不是根据产品的限制来调整应用需求；支持多处理器多线程的定制与配置；应用程序也具有跨平台性，用户在任意一种平台上开发的应用程序无需修改就能在另一个平台上运行；支持 OpenGL 和 Direct3D 的优化的渲染功能，应用程序能基于 OpenGL 或 Direct3D 运行，其间无需改动程序代码；支持双精度浮点数，使几何物体和地形在场景中精确地放置与表示；支持虚拟纹理、软件实现图像的动态查阅，使高级功能与平台无关。

Vega Prime 为了满足特定应用开发的需求，还提供了功能丰富的可选模块，其中包括：

Vega Prime FX——支持特效（如爆炸、烟雾、弹道轨迹等）的模块；

Vega Prime LADBM——非常大的数据库支持；



- DIS/HLA——支持分布交互仿真的模块；
- Blueberry——3D 开发环境；
- DI-GUY——三维人体；
- GL-Studio——仪表；
- Vega Prime IR Scene——传感器图像仿真；
- Vega Prime IR Sensor——传感器图像实际效果仿真；
- Vega Prime RadarWorks——基于物理机制的雷达图像仿真模块；
- Vega Prime Vortex——刚体动力学模拟；
- Vega Prime marine——三维动态海洋的仿真模块。

## (二) EON Studio 软件

EON Studio 是一款来自于瑞典的虚拟现实软件，同时也是一个兼具内涵与外在的开发与应用工具，它是基于 Web3D 技术，用来研发和制作交互式 3D 多媒体应用程序的全新可视化软件工具。利用 EON Studio，开发人员不需要很多的编程经验就能快捷方便地制做出复杂、高品质的三维互动模拟程序。目前，EON Studio 主要应用于商业产品的展示、发布和性能特点介绍以及网络三维互动课件开发和制作等方面。从而，受到世界各国使用者的一致重视与肯定，不论在本身的功能上、延展性、精致性或是与其他知名的 3D/Multimedia/Animation 软件的整合性上都让人随时可以感受到这款软件的精湛卓越的表现。通常，市面上所见到的 Web3D 软件的诸多功能只是 EON Studio 冰山之一角而已，对于与传统虚拟现实软件比较，EON Studio 突破以往虚拟现实软件带给人深涩难学与太过于玩具般的印象，以非常亲和与高质量的人机接口可使更多人快速进入虚拟现实的世界，以便能够开始学习。总之，EON Studio 是一套适合工商业、学术界与军事单位使用的多用途 3D/虚拟现实内容整合制作软件工具。这套工具强调易学易用、表现逼真以及整合性强、制作的档案很小（例如 Solidedge 制作的机械零件，档案有 10MB，基本上要顺利上传是很困难的。但经过 EON Studio 工具处理后、不但更真实而且档案只有 345K）。另外可轻易结合 Web 及立体眼镜，让企业、学校、研究单位可以整合设计、营销与教育训练资源。

### 1. EON Studio 的特点

通常，使用者将 EON Studio 根据用途区分成 IDC、Immersive、SDK 与 Server 四个等级，这四个不同等级的 EON Studio 再根据市场上不同的使用者区分成商务、研究教学、个人学习三种版本。另外，EON Studio 还可与其他优异的 3D 动画/CAD/多媒体与微软的 Office 软件相结合，如 3DSMAX、LightWave、



SoftImage、trueSpace、Solidedge、SolidWork、ProE、VRML97、AutoCAD、Director、Powerpoint、ArchiCAD、VIZ、Flash 等，软件产生的文件都能很方便地输入到 EON Studio 里，这样就可以随时为那些使用不同的 3D/虚拟现实软件的使用者提供快速整合上手的方法。当然，EON Studio 还有一系列其他的软件系统，例如：EON Raptor、EON Fast View、EONX 可以让使用者将 EON Studio 所产生的 Content 更加整合在 On-line（包含网络与无线通信应用）或是 Off-Line（CD 与迷你型的可携式装置）上。EON Studio 还可以整合数据库系统，包括 ORACLE、SQL、Access 和 MySQL 等。同时，EON Studio 还可以结合的硬件，这些硬件产品都是世界知名的高科技公司所研发的产品，不限品牌不限机种一律都可以加以结合。这样极大地增强了 EON Studio 的通用性。总之，EON Studio 的优点可以归纳以下四点：

第一，CAD 及 3D 档案输入简易，3D Studio、ArchiCAD、VRML2 和 Lihgwave 皆提供可广泛应用的对象及贴图，操作非常简便。所有的 bitmaps（textures）输入后，都会被转成适当的贴图格式（.jpg，.png，.ppm）。

第二，计算机图型使用者接口不需专业的程序设计师，就可自行增加丰富的互动效果。

第三，超过 100 个预先设定好的节点，帮您节省设计方案的时间。

第四，高灵活性与实用性，J-script、VB-Script 支持的脚本功能节点将程序语言的互动以及研发进阶更加简单。

EON Studio 的操控接口是所有虚拟现实软件中最容易使用的，使用者可以经由拖曳的方式便可让过去 VRML 数以千行复杂的程序几秒钟获得解决。超过上百种与经由过去数万次测试使用千锤百炼的功能节点（Nodes）、树状架构管理模式（Simulation Tree）与行为控制（Routes）让现在的使用者可以轻轻松松

就能够建构复杂的虚拟现实环境。这样极大地方便了虚拟现实场景的制作，减少了用户开发的工作量。EON Studio 的操作界面如图 5.16 所示。

## 2. EON Studio 的应用领域

一般来说，EON Studio 为一套完整的开发工具，使用起来非常容易，用户不需撰写复杂的程序，就能轻松快速的建构互动虚拟内容。其中，最主要的组件窗口、仿真树状结构以及流程控制窗口皆以图型化的使用者接口表现出来，清楚易学。另外在工具列上还有“Help”选项，任何关于功能或操作上的疑

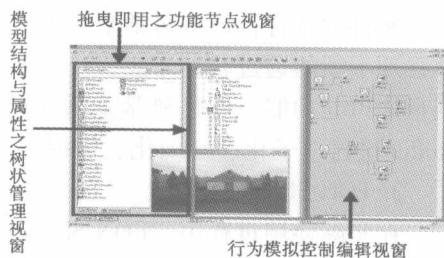


图 5.16 EON Studio 的操作界面



问皆可在此得到解答。正是由于 EON Studio 操作的简单性,使这款软件在许多行业得到了广泛的应用,通常, EON Studio 应用于以下领域:

- 电子商务与营销: EON Server 的网站解决方案可快速在网站上传递 3D 互动数据库,并且直接动态下载个别对象到具体配置功能的 3D 环境中。即由 EON 的专业技术、一些产品,例如 Office Depot,在使用网站配置方案后增加更多利润。

- 远距教学与教育训练:结合网络与虚拟现实进行教育训练,可以让教育与训练随时随地进行,处处是教室,处处可学习,毫无限制。EON 全系列家族让企业的教育训练工作者,只要管创意,不用管技术。

- 建筑空间与景观设计规划模拟: EON 提供了用户在网站上发布相同仿真窗口的能力,或者更进一步的展示系统,例如洞穴式虚拟现实显示操控仿真系统。

- 生化医学:医学是将 3D 互动科技变成训练工具最有力的范例。早期的医学从业人员以阅读书面资料或看录像带等效果不彰的方法来学习,其实际临床经验只有到诊所或医院才能获得。而虚拟现实提供全方位互动,不仅使用有趣,而且容易做交互式教学训练,从而较快地获得临床的经验。

- 工业设计:传统的设计方式,充满许多沟通障碍的问题,死角问题经常造成买卖双方冲突。CAD/VR 的整合,带领企业迈向新的沟通模式,运用虚拟现实 EON Studio 新一代科技,降低 WTO 带来的冲击,从而获取更多的订单。

- 科学教育:许多科学来自于不断的实验,这些科学创造了文明,这些科学必须不断的透过教育才能普及,提升人类的素质。EON Studio 提供非常多的创意接口与功能,满足科学家做实验的精神,让书本上的各种科学透过 EON Studio 进行电子化、互动化、可视化与网络化。

### 3. EON Studio 的功能

在实际使用过程中, EON Studio 软件所具有如下一些功能:

EON 内置的多边形数超过 500 000 个,使得运行大型几何对象的仿真场景的速度很快。

EON 可轻易的处理复杂之对象于同一场景中。

在 EON 所制作之场景中,其场景材质可以使用高分辨率的影像 (1024 × 1024),在实际使用中,特别是需要高彩度表现的场景时,更能展现 EON 强大之运算引擎。

因为 EON 可接受 Lightscape 所制作之场景,所以可用 EON 模拟非常逼真之环境。

使用之便易性 EON 操作接口为图形接口,所以使用者不需具备程序语言



之能力，即可轻松上手。

各种商业应用架构 EON 平台可供不同之商业用途开发属于自己的操作接口。

提供多种互动功能 EON 可设定复杂之互动机制，其人工智能的操控接口与模块，同时兼顾专业与非专业人士学习虚拟现实技术所需要不同的功能与程序支持。

EON 支持 720° 环场背景。

提供多层次精细度节点，可设计不同 polygon 的对象，任何观测的距离都可看见平滑的物体表面。

视觉质量 EON 内建“光源贴图”、“反锯齿装置”等功能，可将金属材质表现得几近真实。

EON 的压缩几何面及材质功能，即可利用 EON 的接口控制所需压缩之几何面及材质，如此可将档案量再次缩小。

EON 拥有优良的算图引擎，现在我们可以提供逼真的视觉效果，可作实时阴影的变换、明暗度、反射、环境贴图等功能。可调整对象表面的贴图材质或透明度。

EON 提供简易的计算机图形操作接口，使用者可经由网页发布精灵中简易的程序可轻易将互动性高的 EON 档案发布成网页。

EON Studio 拥有无线传输——视觉电子化的功能，提供客户端独立平台，而无需安装其他插件。

格式 EON 可支持的 3D 标准格式多达 17 种，不需要重建模型，可轻易延展原 3D 设计软件至其他不同的应用领域，且世界 90% 的 3D 软件都支持虚拟现实标准格式 (VRML)，可轻轻松松输入 EON Studio 将 Virtual 变成 Reality，不用担心档案格式兼容性的问题。

整合性强——可与其他软件兼容，例如多媒体工具、研发工具、Web 浏览器等。通过与 Microsoft ActiveX 的整合，EON 的档案可与 PowerPoint、Visual Basic、Excel、WordHtml、Authorware 结合。

EON 网页全屏幕功能可将网页上的 EON 应用软件放大至全屏幕操作。

EON 支持影音档可于场景中加入 \*.avi、\*.mpg、\*.mov 等多媒体文件。

EON 可将文件刻录至 CD-ROM，即在网页发布精灵内选取 CD-ROM 对话框，可将所需文件直接写入 CD-ROM。

支持 Microsoft 小帮手即可在 EON 接口下使用 Microsoft 小帮手。

EON 坐标数据 3D 可视化，具有学术研究价值。可将一个个的坐标数据或数据与 EON Studio 结合并且针对不同状况给予不同参数产生不同结果。



EON 的仿真重力状态整合场景可仿真重力状态。

EON 使用人性化自动下载安装工具, 即当客户端透过 Internet 进入网络时, 服务器会自动侦测客户端有无事先安装 EON Viewer, 如果没有, 则 Server 会自动下载帮用户安装在计算机中。

标准原型数据库 (Prototype) 拥有丰富可自行增编的标准原型数据库 Prototype, 可将平时已经做好的标准原型功能储存至数据库中, 也可以买已有的标准原型功能加入数据库中。制作仿真程序时可应用 EON 标准原型数据库中已存在的功能节点组合, 不需重复制作, 让建构过程更加简单与快速, 以最少的计算机功能呈现最好的视觉效果。

EON 支持多种 3D 立体显示方式, 亦支持市场 90% 品牌的 3D 眼镜。

EON 可同时提供多位使用者于同一场景中交谈、互动, 亦可作为教育训练、模拟设计、创意营销、维修等功能。

EON 的实用性很强, 即 EON 可以和许多软件相整合使用, 例如, Director、Shockwave plug-ins 等。

#### 4. EON Studio 的系统要求

通常, 在使用 EON Prime 过程中, 所要求的系统配置如下:

CPU——PentiumII 400MHz (建议 Pentium III 750 以上)。

内存——128MB (建议 256MB)。

操作系统——Windows 95/98/Me/NT4.0/2000/XP, 在 Windows NT 方面, 必须是 NT service pack 3 或是更新的版本, 系统若察觉不是正确的版本则会自动停止安装。若发生这样的情形, 而且用户必须去下载及安装最新的 NT4.0 service pack 版本。

硬盘安装空间——120MB 以上之硬盘空间。

显示卡——GeForce2 MX200 (32MB) 以上之等级。计算机显示卡的等级会直接影响画面仿真表现出来的效果。

## 虚拟植物制作工具

虚拟植物 (Virtual Plants) 就是利用虚拟现实 (Virtual Reality) 技术在计算机上模拟植物在三维空间中的生长发育过程, 它是以植物个体为对象, 具有三维效果和可视化的功能。生成的植物是可以反映现实植物的形态结构、具有真实感的三维植物个体或群体, 并能获得植物生理生态过程和形态结构并行过程的结果。从 20 世纪 60 年代起, 研究人员就开始了植物生长的模拟研究, 植物生长的模拟分为植物生理生态的模拟和植物形态结构的模拟。近年

来,随着计算机软硬件的发展,各种关于可视化模拟的理论和方法的提出,为植物形态以及生长过程的可视化模拟开辟了广阔的道路,虚拟植物的研究已发展成为一个新的研究领域,并成为生物、农业信息技术研究的一个热点。然而,虚拟植物的出现,对生物学科的教学也产生了深远的影响,可以使学生不受空间和时间的限制,灵活、真实地观察到虚拟植物的三维动态生长过程,从而使教学达到满意的效果。

用计算机构造和绘制具有高度真实感的虚拟植物的场景是图形学的富有挑战性的一个研究目标,同时也是图形学的研究热点。经过多年研究,人们发现由于植物的种类繁多,形态各异,而植物体本身的形态结构又非常复杂,在对植物进行可视化模拟建模时,通常对于一种植物适用的规律,对于其他植物可能完全不同。用代数的或几何的(包括欧氏几何和分形几何)方法几乎不可能对植物的3D造型进行精确建模,通常只能得到不同程度的近似。植物的3D造型具有明显的分形特征,而用分形来描述、模拟植物形态结构,所遵循的基本原理就是植物结构的自相似规律。所谓自相似,即构成体(母系统)中相对独立部分(子系统,子子系统)的形态结构是整体的缩影。自相似现象普遍存在于植物体的形态结构中,植物体是个多级的自相似系统,最低级相对独立的子系统称为分形元。由于植物形态结构具有分形特征,使用者就能够把分形几何引入植物学中,用分形几何的思想方法对植物形态结构进行计算机模拟,这样所得到的虚拟植物模型能够更加符合植物体的真实状态,同时也为通用的虚拟植物制作工具的开发创造了条件。

在选择虚拟植物制作软件时,一般情况下,用来构造植物形态的计算机模型很多,由于应用目的不同,其相应的软件功能和实现方式也有很大的差异。根据模型应用背景的分类,相应地植物生成模拟软件也可分为两大类:应用于农林业研究的软件和单纯模拟植物外观形态的软件。通常情况下,使用者可能只需要仅仅基于算法生成从视觉上像植物的图形模型的软件。这类软件的共同特点是不需要应用复杂的植物生长机理模型,侧重于计算机图形学,目的是简便快速地生成美丽逼真的植物图形,追求基于视觉效果的真实性和逼真性。目前,能够完成这种植物模拟的软件有很多,并且各自的偏重点也略有不同,在选择时,用户应以全面真实方便快捷等因素为评价原则,从中选出最优的生成软件。当前,比较流行的植物生长建模及可视化模拟系统有多种,如Xfrog、AMAP、GreenLab、Plant Studio、Virtual BONSAI、GOSSYM及CottonPlus等。其中比较常用的是AMAP和L-Studio。

## (一) AMAP

AMAP (Advanced Modeling of Architecture of Plant) 即系列虚拟作物和景观设计的软件是法国农业开发国际研究中心 (CIRAD) 的 De Reffye 等人利用参考轴技术开发和研制的一款用于虚拟植物和虚拟景观设计软件开发平台。同时, 它也是一款植物建模软件, 几乎可以制作所有 3D 植物的软件包。该软件平台具有一系列模块, 包括植物模块、地形模块、建筑模块等。在实际使用过程中, 该系统依靠功能强大的田间数据采集与分析模块, 将测定的植物各类数据输入数据库, 应用马尔可夫过程分析植物拓扑结构演化规律, 通过模式识别方法提取生长规则, 由此构造植物的几何模型, 模型应用蒙特卡洛方法模拟植物的生长, 应用几何方法表达其形成规律, 并制作基于此模型参数表, 最后在计算机上生成植物的图形。AMAP 模型适用于模拟高大植物, 已成功地在计算机上构造了从热带到温带不同气候带生长的多个种类的植物。

AMAP 系列软件包括了若干个子系统, 以完成不同的应用功能: AMAP para 子系统用于模拟环境对植物生长的影响。它用参考轴技术描述植物的拓扑结构, 可模拟植物生长过程中枝条间的相互碰撞, 还可以模拟障碍物对植物生长发育的影响及植物的向光性; AMAP hydro 子系统建立了植物的水动力模型 (Hydraulic model), 模拟植物体内营养物质的产生和分配过程, 以及植物形态结构对植物生长的影响; AMAP mod 子系统主要用来建立基于实际测量数据的具体植物的生长发育模型; AMAP sim 子系统根据 AMAP mod 建立的植物模型, 用三维可视化来模拟植物的生长过程。由于植物生长的复杂性, 目前 AMAP 软件主要应用于景观设计领域, 如建筑环境的整体规划, 园林的景物布局等。

AMAP 软件拥有一个庞大的植物数据库, 还包括一个植物生长引擎和可以应用 GIS (地理信息系统) 的三维地形编辑系统。应用 AMAP 软件, 可以制作各种植物模型, 并且可以调节有关树干、树叶、四季色相变化等各种参数, 可以通过制作地形, 生成完整的自然景观动画。另一方面, AMAP 的完全版本支持 .3ds (3Dstudio VIZ、MAX)、.obj (Wavefront、Softimage、Maya, Explore)、.iwo (Lightwave)、.dxf (Autocad、Artlantis) 和 .Amap/Orchestra 格式, 一些比较低的 AMAP 软件版本不含 Maya 和 Softimage 的插件, 但可以直接输出 3ds 格式文件。

AMAP 软件在使用时, 其操作主界面如图 5.17 所示。

在 AMAP 主界面中, 每一个图标都是一个独立的工作界面, 总计 8 个工作界面, 它们分别是 Genesis workshop、Interface workshop、Faces workshop、Ter-

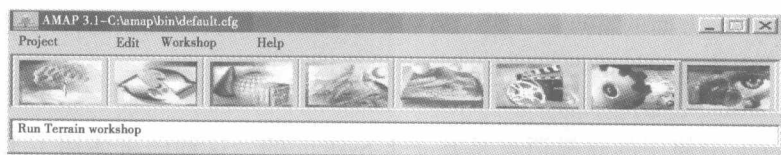


图 5.17 AMAP 主界面

rain workshop、Landmaker workshop、Animation workshop、Caledit workshop 及 Images workshop。在这些工作界面中，每个工作界面都是一个独立的程序，它们都能完成各自不同的功能。这些独立的程序在功能上的有机结合就可以在实际应用中模拟农作物在各种环境下的发育生长状况。这款软件平台对植物体的 3D 模拟绘图非常细致，可直接涉及植物体的细胞的层级，并由此推广逐渐变大，最大的可以绘制并模拟自然景观的状况。因此，它的植物模块在各种虚拟植物制作工具中是比较优秀的。而且，AMAP 软件并不是一个专门做植物外在形态的软件，而是倾向于研究的植物体生理生态过程的模拟，由这款软件所模拟的一些植物个体，无论从外观上还是其生长过程，都非常符合实际自然界中该种植物生长的情况。AMAP 软件平台的其中一个工作界面在用户的用的过程中所展示的界面如图 5.18 所示。

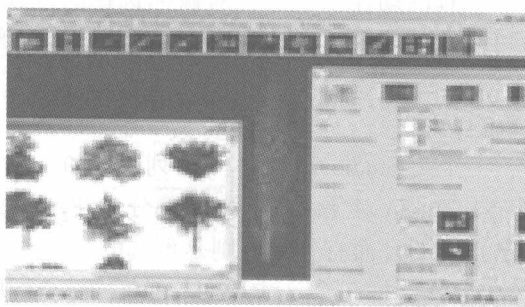


图 5.18 Genesis workshop 工作界面

## (二) L - Studio

L-Studio 是由加拿大的 Calgary 大学开发的基于 L-System 的植物建模工具，最近的版本是 L-Studio 4.0，其内容主要包括：两个基于 L-System 的模拟程序，即 cpfg 和 lpfg；用于提供辅助建模工具的建模环境；用于模拟影响植物生长环境的程序库；一套建模实例；用于组织和存储本地或远端机器中所建模型的图形浏览器；其软件运行的主界面如图 5.19 所示。

在植物建模工具 L-Studio 中，其核心部分是模拟程序 cpfg 和 lpfg，它们在

设计上有两个方面的特点：一是对各种类型植物的结构和生长过程的建模和模拟更具灵活性；二是植物模型在视觉上更接近于真实。

### 1. L-Studio 的功能模块

在 cpfg 中使用的建模语言是基于 L-System 的，这种语言使用了 L-System 中的数学符号来描述植物模型，这使得在对简单模型进行描述时更加方便和精确。在 lpfg 中所使用的建模语言称为 L + C，它将 L-System 中改写规则（pro-

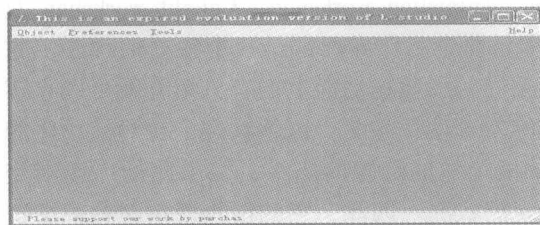


图 5.19 L-studio 操作界面

duction) 的概念使用程序设计语言 C++ 来完全实现。L + C 语言支持 cpfg 语言中目前还不支持的结构，例如：将结构化的参数赋值给 module；支持用户自定义函数；支持改写规则中允许出现多种可选的后继；以及单向信息的

快速传输机制等。所以在开发更复杂的植物模型时，使用 lpfg 将更加方便和高效。

cpfg 和 lpfg 都能以交互的方式来创建模型。可通过使用鼠标选择一个模型组件，并触发一个可编程的动作。例如：对鼠标选择的位置进行剪枝的模拟、在选择的植物部位可交互的放置昆虫和病原体、对于模型某部位细节的放大和缩小等等。

### 2. L-Studio 对象的文件

在 L-Studio 中，一个 L-Studio 对象是一系列保存在一个特定文件夹的文件，每一个文件制定 L-Studio 对象的一个组成部分，在这些文件中，有些文件对于 L-Studio 对象是必须的，而有些文件则是可选的。这些文件具体有：

L 系统文件 (\*.l)：这是一个文本文件，它含有一个 L 系统，而对 cpfg 和 lpfg 的数据输入离不开这个 L 系统，因而在每个 L-Studio 对象中都必须有 L 系统文件。

视图文件 (\*.v)：它记录着绘制和渲染的各个选项，另外还记录一些 cplg 或 lpfg 所需要的通用参数。每一个 L-Studio 对象必须有一个视图文件，有时视图文件在 L-Studio 对象中可以是空文件（文件中没有内容）。

过程 (animation) 文件 (\*.a)：它包含一系列参数，这些参数定义了 cpfg/lpfg 模块进行模拟的过程。每一个 L-Studio 对象都必须有一个过程文件。通常，一个 L-Studio 对象在运行中会自动产生一个默认的过程文件。

色彩图文件 (\*.map)：它定义了一个 256 色的调色板，在系统模拟过程中，模拟器在色彩图模式下绘制模型时需要用到这个调色板。



材质 (\*.mat): 当一个模型被渲染成一个有阴影的多边形时, 通常需要一个材质文件。在每个 L-Studio 对象中, 一般必须有一个材质文件或色彩图文件。

外表 (\*.s): 是用户用来自定义贝塞尔曲线表面时所需要的文件 (贝塞尔曲线通常是 3D 模型的一部分), 例如, 在模拟叶子和花瓣时就需要这种文件。

轮廓 (\*.con 或 \*.cset): 在描述形状比较长的物体翼的轴线和轮廓时, 例如植物的茎, 通常用到这种文件。

功能 (\*.func 或 \*.fset): 在定义一个组成 L 系统模型的变量的图形功能时, 需要用到此文件。

控制面板 (\*.pnl): 通过这个文件可以操控一些参数来影响模型, 例如使模型体转向、推近或远离。

环境通讯说明文件 (\*.e): 这个文件模型怎样与外界环境模拟程序进行通讯。这个环境模拟程序可能会使用一些额外的输入文件。

对象描述文件 (description.txt): 这是一个文本文件, 它是特地用来描述一个 L-Studio 对象, 包括此对象如何工作, 如何构建等。所有的 L-Studio 对象都必须有一个这样的描述文件, 有时这个文件可以为空 (没有描述内容)。

对象说明文件 (specifications 和 LSspecifications): 这也是一个文本文件, 用来定义 L-Studio 对象各种参数, 它还可被 L-Studio 使用, 帮助 L-Studio 系统决定如何操控每一个特定的对象。在基于 UNIX 系统的 vlab 环境下, 该文件是必须有的。但是, 在一个 L-Studio 对象中是不会有这样的文件的。

总之, 所有的 L-Studio 对象都包含一个 L 系统、一个视图文件、一个过程文件、一个对象描述文件和色彩图或者材质文件。在这些文件中, 可能有些文件为空或者有些文件中除了默认的值以外没有其他内容。

根据 L-System 的模型文件和一些其他可选数据文件, cpfg 和 lpfg 在三维空间中创建一个模型的内部表示, 并将它呈现在屏幕上。模型的可视化基于 OpenGL 图形库, 并支持在计算机图形学中开发的标准的建模和着色技术, 例如: 带参数的界面、通常的圆柱体、材质纹理等等。在屏幕上输出的图形效果可以是一个静态的模型, 它可以被缩小和放大; 还可以是由计算机产生的动画, 可视化的模拟植物成长的每个连续阶段。

在使用 L-Studio 实际建模的时候, 除了对模型作必要的 L-System 描述以外, 还需要输入一些其他的信息, 以便 cpfg 和 lpfg 用于控制模型的视图和动画过程。这些信息包括用来建立可视化模型的植物器官的形状、颜色等属性值。



### 3. L-Studio 软件功能及操作方法

L-Studio 提供给用户一个用于描述这些补充信息,并将这些信息传送给模拟程序的接口。这一接口就是 L-Studio 编辑器。在 L-Studio 的工作窗口中提供了多个编辑器,它们被用于对不同对象进行编辑。这些编辑器包括:

- 文本编辑器:用于创建和控制 L-System 文件和其他构成模型的文本文件,如视图文件、说明文件等;
- 动画文件编辑器:用于设置动画效果;
- 颜色和材质编辑器:在对模型着色时,描述植物的外观;

图库编辑器:这其中包含了多个编辑器,如:基本/高级界面编辑器,用于定义独立植物器官的形状;植物交叉部位的轮廓编辑器;植物各器官成长函数编辑器等;这些编辑器都提供了一个图库,这使得可以在一个特定的类里去选择一个待编辑的对象或属性,例如在植物器官类别里,选取树叶的形状等等。

当一个对象在 L-Studio 中打开,通常它被拷贝在一个被称为试验工作台的临时的位置上,在这个试验工作台上,该对象可以被任意改变而不会影响到原始的对象数据。在修改完毕后,修改后的数据可被保存到原对象中去。在试验工作台上,一个对象的文件可以在 L-Studio 整合的编辑器中进行修改, L-Studio 的这种编辑工具可以修改其上所列出的所有文件,例如,文本文件(如 L 系统描述文件)、2D 或 3D 形状文件以及各种可选文件(过程文件或对象说明书)。

构建植物模型的一个重要应用领域是研究植物与它们所在的外界环境之间的交互。L-Studio 使用代表植物和它所在环境的通讯程序并发运行的机制来模拟这种交互。目前 L-Studio 所提供的模拟环境交互程序包括:模拟植物器官和它所在环境之间发生模型冲撞的程序;模拟土壤中水分渗透的程序;以及用于计算植物接收光线分布的程序等等。

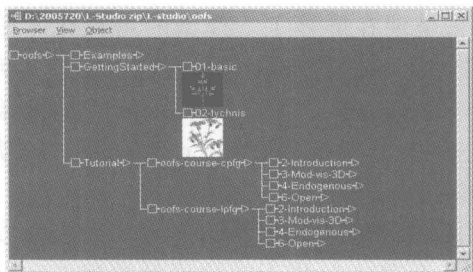


图 5.20 L-Studio 中的对象浏览器

标,用以标示该模型外观,方便识别。

在建模过程中,可能会同时对多个模型进行处理, L-Studio 为组织和存储这些模型提供了一个对象浏览器。使用该浏览器可以很方便的存取本地或远端的已创建的模型,这些已开发的模型被存储在一个数据库内,以多层树形结构的形式被显示在该浏览器中,每个模型都可以带有一个图



图 5.20 为该对象浏览器窗口，其中显示了本地数据库中所创建的模型。通过它可以很方便的选取需要编辑的对象。

对象浏览器是一种访问和操控 L-Studio 对象库的工具，一个对象数据库被存储在一个面向对象的文件系统中。由于数据库是采用原型扩充机制，因此当一个对象被另一个原型扩充时，这个被扩充的对象就被存储在该原型的子目录下，使用对象浏览器，用户可以操控这个面向对象的文件系统（oofs），并且可以任意打开 L-Studio 中的对象（图 5.20）。

## 多媒体制作系统

多媒体制作系统即多媒体计算机的系统软件，它是多媒体技术应用的重要组成部分之一，它不仅具有综合使用各种媒体、灵活调度多媒体数据进行媒体的传输和处理能力，而且要控制各种媒体硬件设备和谐地工作，即将种类繁多的硬件有机地组织到一起，使用户能灵活控制多媒体硬件设备和组织、操作多媒体数据。多媒体系统软件除具有一般系统软件的特点外，还要反映多媒体技术的特点，如数据压缩、媒体硬件接口的驱动与集成、新型的交互方式等。

多媒体计算机系统主要的系统软件可分为三部分，第一部分是硬件驱动程序、操作系统。硬件驱动程序除驱动、控制硬件设备外，还要提供输入输出控制界面程序，即 I/O 接口程序；而操作系统则提供对多媒体计算机的硬件、软件控制与管理。第二部分是媒体素材制作软件及多媒体库函数。第三部分是多媒体制作工具。

通常，驱动程序、接口程序、多媒体操作系统、多媒体数据采集程序以及多媒体编辑与创作软件这些系统软件都由计算机专业人员设计并实现。一般来说，多媒体开发环境有两种模式：一是以集成化平台为核心，辅助各种制作工具的工程化开发环境；二是以编程语言为核心，辅以各种工具和函数库的开发环境。

多媒体制作工具，又称为多媒体制作平台，就是为了某个特定的目的用来开发多媒体课件和节目的工具。它是多媒体应用的主要工具之一，其功能和表现是多媒体技术的直接体现。与一般的多媒体工具相比较，多媒体制作工具无论是在使用方式，还是制作过程都有独到之处。目前，在多媒体制作工具已经渗透到了多媒体应用的各个领域，其中比较典型的多媒体制作工具有：AuthorWare、Action 和 Director。

## (一) AuthorWare 软件

Authorware 是由美国的 Macromedia 公司于 20 世纪 90 年代推出的适合于专业人员及普通用户开发多媒体软件的多媒体制作工具,它是一种基于设计图标和流程线的编著平台,同时它还具有丰富的函数和程序控制功能,将编辑系统和编程语言较好地融合到了一起。通常,用户使用的 Authorware 软件的主界面如图 5.21 所示。



图 5.21 Authorware 软件的操作主界面

Authorware 作为一套功能强大的多媒体制作系统,它采用面向对象的设计思想,提供了一种基于流程图和设计图标的开发环境,具备多媒体素材的集成能力和超强的交互控制能力,同时融合了许多程序设计语言的特色。通常,在使用时 Authorware 具有如下特性:

- 强大的素材管理功能。Authorware 具备文本、图形、图像、动画、数字化电影、视频信息、声音等多媒体素材的集成能力,其中可以直接支持的图形、图像格式有 JPEG、GIF、PNG、LRG、BMP、PSD 等,它还可以直接读取 Director 的 DIR 文件、支持 Shock wave Audio (SWA)。它提供了管理外部素材的浏览器,能够在外部素材文件的存放位置发生变化时与外部素材保持链接,支持对外部素材的大小变换、裁剪和按比例缩放等,同时可以使用外部素材的原始格式。

- 强大的人机交互。在运用 Authorware 创作多媒体交互程序的过程中,有多种交互作用响应类型可以选择,而每种交互作用响应类型对用户的输入又可以做出若干种不同的反馈,对流程的控制既可以很简单,也可以很复杂。最终的程序可以使用选项或按钮,甚至是屏幕上的某个图像、某片区域,同用户进行交互。

- 面向对象的可视化编程。Authorware 提供了 13 个形象的设计图标,采用流程线将它们组织起来,整个程序的结构和设计图在屏幕上一目了然。Authorware 支持鼠标拖放操作,可以将多媒体文件从资源管理器或图像浏览器中直接拖放到流程线上或设计图标中及库文件之中,进行可视化创作。

- 可以使用模块和库。Authorware 允许将以前的开发成果以模块或库的形式保存下来,在今后反复使用。同时便于分工合作,避免大量的重复劳动。



• 具备强劲的数据处理和集成能力运用。Authorware 提供的系统变量和函数可以进行复杂的运算,而且允许开发人员使用自定义变量及函数,支持 ODBC、OLE 和 ActiveX 技术。利用这些技术,可以开发具有专业水准的应用程序。

• 提供设计模板。Authorware 提供了知识对象,这是一种智能化的设计模板,开发人员可以根据需要选用不同的知识对象,从而能大大提高工作效率。

• 提供增强的代码编辑窗口。Authorware 的增强的代码编辑窗口为愿意编写代码的开发人员提供了极大的方便。它可以根据上下文自动选择所需要的系统变量和函数,自动进行逐级缩进与括号匹配,其文本着色功能可以使开发人员清楚地分辨系统变量、自定义变量与各种符号。

• 提供强大方便的发行功能。Authorware 集成了强大的发行功能,只需要一步操作,就可以保存项目并将项目发布到 Web、CD-ROM、本地硬盘或者局域网上。

• 对网络应用提供完善的支持。Authorware 通过使用增强的流技术,极大地提高了网络程序的下载效率。它通过跟踪和记录用户最常使用的程序内容,智能化地预测和下载程序片段,因此可以节省大量的下载时间,提高了程序运行的效率。在线执行的程序内部现在可以整合 MP3 流式音频,通过使用高压缩率及低带宽的 MP3 流式音频,可以提高在线程序的执行速度和增强声音的表现效果。Authorware 支持向程序中导入基于 XML 的内容,并且完全兼容新的 XML 语法。通过增强与 ActiveX 控件的通信手段,使多媒体程序可以利用目前大量的 ActiveX 控件的全部功能。

• 多信息文本编辑器。Authorware 使用新型的多信息文本编辑器可以创建多信息文本文件。多信息文本编辑器提供了高级排版功能,同时还支持嵌入图形、图像和 Authorware 表达式。通过对外部的多信息文本文件进行动态链接,可以创建更易于设计、升级和维护的程序。

## (二) Action 软件

Action 是面向对象的多媒体 CAI 制作软件,具有较强的时间控制特性,它在组织连接对象时,除了考虑其内容和顺序外,还要考虑它们的同步问题。例如,定义每个教学媒体素材的起止时间、重叠片段、演播长度等。也可以制作简单的动画,操作方法比较简单。

Action 是一款以时间轴为基础的多媒体制作软件。通常以时间为基础的多媒体创作工具所制做出来的节目最像电影或卡通片,它们是以可视的时间轴来决定事件的顺序和对象显示上演的时段,这种时间轴包括许多行道或频道,以

便安排多种对象同时呈现,它还可以用来编辑控制转向一个序列中的任何位置的节目,从而增加了导航和交互控制,通常该类多媒体创作工具中都会有一个控制播放的面板,在这些创作系统中,各种成分和事件按时间路线组织。

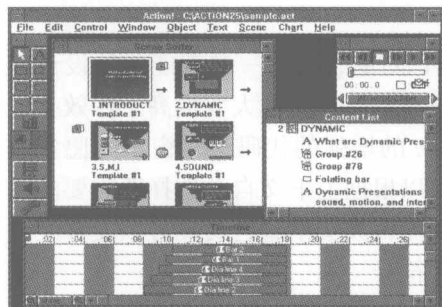


图 5.22 Action 软件界面

等实现主题跳转,还可以制作简单的动画,操作方法也比较简单,适用于初学者或制作功能不太复杂的多媒体课件。该工具软件是美国 Macromedia 公司产品,最新版本为 3.0 版。其软件界面如图 5.22 所示。

### (三) Director 软件

Director 软件是美国 Macromedia 公司推出的一款多媒体与动画制作软件,它被称之为是多媒体与动画制作的领导者。Director 可整合与同步多媒体信息,包括文字、图形、动画、声音及数字影片,还有多种常见的媒体创作工具所制作的各种媒体。使用拖放行为的方式可轻易地加入交互性效果,还有极具优势的高阶网页编辑功能及网页上流畅性佳、全交互性的 Shockwave Movies。Director 软件的操作主界面如图 5.23 所示。



图 5.23 Director 主界面

#### 1. Director 的功能与特点

最早的 Director 版本出现在 1985 年,那时称 VideoWorks,是专门运行于苹果机上的专业软件。1989 年 Macromedia 公司将原来的 VideoWorks 11 改名为 Director 并正式发行,并在 1991 年推出的 Director 2.0 中加入了 Lingo 语言,这使得 Director 有了开发真正的交互式多媒体的能力。到 1992 年,Macromedia 又在推出的 Director 3.0 中增加了对 QuickTime 格式的支持。这样多媒体软件可以直接使用存储在计算机内的视频文件,而不必再依赖程序来控制外部录像



机播放视频片段，一时间 Director 成了苹果电脑上多媒体开发的代名词。1994 年，Director 4.0 的推出，使多媒体软件的开发工作真正实现了跨平台，也就是说用 Director 开发的同一个多媒体软件即可以运行于苹果电脑，也可以运行于普通的 Windows 平台。Director 不再是阳春白雪般的高档专业软件，其功能强大、易于学习和使用的特点使普通用户都可以在个人电脑上开发出自己的多媒体作品。从此 Director 的应用得到了迅猛的发展，并迅速普及。Director 5.0 增加了对扩展插件 Xtras 的支持，在 1997 年推出的 Director 6.0 中，用户可以使用多个演员表窗口同时工作，并可以使用 Behavior 实现无编程交互等功能。随后，Macromedia 公司又推出了 Director 7.0，相比以前的版本，这一版本做了重大改进，增加了一些新功能：

- 与 Director 以往的版本相比，Director 7.0 有了质的飞跃，不仅生成文件更小，播放速度更快，而且操作更容易。
- 支持 Alpha 通道，可以制作特殊的透明效果，能够产生很好的层次效果。
- 对 RGB 颜色的支持可以使用户随时通过颜色选择器精确地使用 RGB 颜色值，而不再使用原来 256 色的调色板，使颜色控制更加准确。
- 可以对舞台中的精灵旋转和变形，并可以制作成关键帧动画。
- 提供集成的 Library 库面板，可以从中选择各种 Behavior 和物件。Score 剧本窗口中的精灵通道数增加到 1 000 个，允许用户能制作更为复杂的节目。支持最高 999 帧/秒的播放速度，使电影运行速度更快。
- 可以在播放时编辑或通过 Lingo 控制 Anti-aliased 文本，而且文本所占空间更小。
- 可以将字库文件压缩到影片中，使得在使用特殊字体的时候更加方便，而不必在所有的系统中安装该字体。
- 以用 HTML 格式输入文本，并能识别大多数的格式标记。
- Director 7.0 新增加了一个 Vector Shape 窗口，提供矢量绘图工具，能绘制光滑的矢量图形。而众所周知，矢量图形具有存储空间小，可任意放大而不失真且可重复修改的优点。
- 可以在编辑过程中通过浏览器预览运行效果，检查显示和交互中的错误。
- 在 Director 7.0 中，Shockwave 已经以系统部件的方式安装，影片可以直接从桌面上播放，而无需浏览器，同时显示下载进度。
- 在 Director 7.0 中，能将所有 8 位图像的调色板统一成标准的调色板，避免在浏览器环境中可能出现颜色显示的问题。

- 在 Director 7.0 中, 用户可以使用 Aftershock 2.5 来使最终要在网络中放映的电影得到改进, 以适应不同的网络环境, 这样可以在多浏览器环境下使用该多媒体作品。

- Director 7.0 允许用户使用由 Macromedia Flash 所创建的动画。Flash 动画在 Director 中就像一个视频文件一样可以播放, 并可用 Lingo 进行控制。Flash 动画基于矢量图的格式, 当然可以随意缩放、旋转而不变形。由于 Flash 文件极小, 所以在 Director 中使用 Flash 动画也间接地使 Director 电影文件变小了。

- Director 7.0 可以直接使用动态的 GIF 动画文件, 甚至在 Director 中还可以控制它的播放。适当地使用现成的 GIF 动画既方便、快捷又可以美化程序界面。

## 2. Director 的系统要求

目前, Director 软件的比较新的版本为 Director 8.0, 其功能与 Director 7.0 差别不大, 在安装时其最低软件和硬件要求: Intel 133 或者更高级的 CPU; 32MB 内存; 100MB 硬盘空间; 至少 8 位 (256 色) 显示卡; CD-ROM 驱动器; 声卡及音箱; 调制解调器或者网卡; PostScript 打印机; Windows 9X/2000、Windows XP 等操作系统, 或者 Windows NT4.0、Windows 2003。

## 通用三维软件

对于多媒体技术应用系统来说, 三维动画素材可以明显增加系统的视觉效果。为了制作三维画面, 三维设计技术就显得必不可少, 而且三维技术也是多媒体计算机技术的主要应用之一, 是计算机辅助设计的主流趋势。三维图形设计有许多传统的平面二维设计所无法比拟的优越性。平面二维图形设计技术虽然能够提高作图效率, 但还是像传统的手工绘图那样用投影图来描述物体。而三维技术则利用计算机提供的一个模拟的三维空间使工程师们可以直接在这个三维空间里建造物体的模型, 表达自己的设计意图, 因此对几何形体的描述比传统的二维技术更真实、更准确、更全面。与二维设计相比, 三维设计具有以下优点:

第一, 可以从空间的不同角度来观察和操作对象, 有利于设计方案的形成, 也有助于与不熟悉平面图、剖视图的人交流设计思想。

第二, 从设计方案的三维模型, 可以快速方便地得到主视图、俯视图、左视图以及任意角度的平行投影图、透视投影图等, 并可以将模型输出为标准的、精美的工程图纸, 这不但提高了设计效率, 而且减少了错误发生的可能。





第三,利用三维模型的着色和渲染功能可以得到设计方案逼真的三维效果图,这使得设计人员和决策人员在产品投产或工程项目建设之前,就能全面准确地了解它的外观,有助于设计决策,对于工程项目投标更是具有重要的意义。

第四,利用实心体建模方法可以检查零件的干涉情况,还可以方便地计算模型的体积、质量、重心、转动惯量等参数,这对于目标物体的动态特性分析以及各种项目的成本预算等都具有十分重要的意义。

第五,三维设计是实现设计、制造一体化的基础。

计算机的三维图形设计的实现离不通用三维设计软件,这类软件的本质是,将实用美术中的造型、场景组织技术同润色、渲染技术分离开来。把相对容易的交由计算机操作人员去做,而将艺术要求较高、技术难度也最高的交由计算机去自动处理。一般说来,造型或场景组织即使是对一个缺乏美术经验的人,在计算机的帮助下也是可以做得比较好的,至少依样画葫芦是毫无问题。这是因为计算机处理的是电子信息,电子信息编辑修改起来很容易,反复调用也极为方便。当场景或造型由计算机操作员完成后,对计算机程序而言,相当于为它设定了计算条件,程序将这些条件代入内建光学模型(将物理原理计算机语言化)进行运算,将能得到一幅几乎与实际情况相差无几的图形,这正是用户所需要的。造型与设置场景从数学上来说是建立数学模型,在美术创作中对应于构图或描绘,而通过光学模型运算得到图形的过程在实际中就对应于美术工作者所用的润色、渲染技术,这些本是专业性很强的技术,但通过计算机三维动画软件,使普通人不必掌握专门技术就可以绘出逼真的图形。

计算机三维设计软件从广义上说都属于计算机图形和图像处理类软件,它们种类繁多,精彩纷呈。在实际使用中,比较常见的有3DS MAX 和Blender 软件。

### (一) 3DS MAX 软件

3D Studio MAX 系列版本是 Autodesk 公司推出的一个王牌三维动画设计软件,其前身是3D Studio 系列版本的设计软件。3D Studio 是一个基于DOS 操作系统下的软件,其最低配置要求是386DX,不附加处理器。这样低的硬件要求使得3D Studio 这个软件立刻风靡全球,成为三维动画设计领域的领头羊。3D Studio 采用内部模块化设计,命令简单明了,易于掌握,可存储24 位真彩图像。它的出现使得PC 机上的图形功能接近于图形工作站的性能,因此在影视和平面设计等各个领域得到了广泛的应用。3D Studio MAX 系列软件是3D Studio 的超强升级版本,它运行于Windows NT 环境下,采用32 位操作方式,对

硬件的要求比较高。3D Studio MAX 的功能强大, 内置工具十分丰富, 同时外置接口也很多。它的内部采用按钮化设计, 一切命令都可通过按钮命令来实现。3D Studio MAX 的算法很先进, 所带来的质感和图形工作站几乎没有差异。它以 64 位进行运算, 可存储 32 位真彩图像。3D Studio MAX 一经推出, 其强大功能立即使它成为 PC 三维动画设计的首选软件。现在, 它已经到了 9.0 版本。3D Studio MAX 各个版本之间的更新, 最明显的是体现在 3D Studio MAX 2.5 对于 3D Studio MAX 2.0 版本的更新上, 这种更新几乎可以说是全面地更新, 虽然界面上没有多大改变, 但是在最基本的算法上面有极大地提高。3D Studio MAX 9.0 相对于其他版本的 3D Studio MAX 而言, 在渲染功能上又作了很大的改进。其操作主界面如图 5.24 所示。

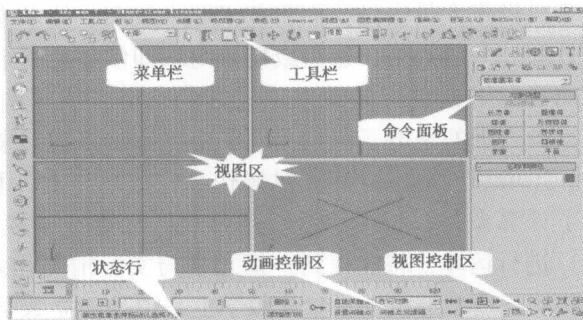


图 5.24 3D Studio MAX 主界面

3D Studio MAX 可使用户极为轻松地将任何对象形成动画。实时的可视反馈使使用者有最大限度的直觉感受, 编辑堆栈方便自由地返回创作的任何一步, 并随时修改。通过它, 使用者可以预视所做的所有工作, 按动动画按钮, 对象便可以随着时间的改变而形成动画。建立影视和三维效果的融合, 应用创造的摄像机和真实的场景相匹配, 并可修改场景中的任意组件。在另一方面, 由于 3D Studio MAX 运行于开放的平台, 很容易地集成近千种第三方开发的工具, 丰富了创作手段。例如, 3D Studio MAX 可以完全同 Discreet 公司最新发布的绘画、动画及三维合成系统软件相集成, 成为具有强大的三维动画、非线性编辑以及特技效果制作能力的系统。

一般来说, 3D Studio MAX 具有四大主要特点:

- 整体化的工作组工作流程。3D Studio MAX 中的 External Referencing (外部参考) 可以使用户容易地管理三维对象; 而 3D Studio MAX 系统的图解视图 (Schematic View) 可使用户观察并建立复杂的场景关系, 并通过追踪对象的各个产生阶段来了解对象的创建过程。而 3D Studio MAX 中加入的新的 Proxy System 使用户可以在交互式的、低的分辨率下处理和运动最复杂的对象,



这样就可以在视口中快速有效地工作。渲染的时候可以采用完全合适的分辨率。此外, 3D Studio MAX 还可以与外部应用程序很好地工作。场景内容对辅助管理工具都是可见的, 甚至连 Windows 的 Explorer 也不例外, 而其中的 Distributed COM 接口使外部应用程序能够与 3D Studio MAX 进行交互, 即便该外部程序不在本计算机上也不影响它们之间的交互。

- 可定制的界面提高工作流程效率。3DS MAX 使你可以定制工作环境, 以满足任何项目的要求。

- 创建角色动画。3D Studio MAX 中的 Character Studio 为快速、直观的角色动画建立标准。新嵌入 3D Studio MAX 核心应用程序的工具现在支持简化的表皮、从属的运动和变形。新的 Morph 管理器可以有 100 个带有权重的目标, 这就可以产生精确的变形动画。对于高级的角色动画, 3D Studio MAX 的扩展及 Character Studio, 让任何技术水平的动画师融合足迹、运动捕捉和自由变形技术来创建最真实的角色。

- 极大的提高生产率。3D Studio MAX 有极易书写的脚本语言、插入式应用程序扩展和可以定制的 3D Studio MAX 环境, 而且 3D Studio MAX 的脚本语言对应用程序的每个方面(包括插件)几乎都是开放的。

此外, 3D Studio MAX 还可以与其他软件包、系统和渲染器一起工作。直观的拖放材质控制、贴图和建模。3D Studio MAX 的其他综合特征使你有一个工作平台, 它被设计用来满足艺术家和工作组的需要。

3D Studio MAX 软件是一种真正的 Windows NT 下设计, 全 32 位, 完全面向对象, 多线程的软件系统。它的建模、动画、渲染和合成都集中在一个 NT 界面下, 易于学习。3D Studio MAX 能够最大限度地实现动画功能, 可将任意对象形成动画, 其中的 NURBS 设计使动画、渲染和造型更逼真、更准确。在 3D Studio MAX 中, 先进的粒子系统可制作高级动画效果。同时, 3D Studio MAX 还可以产生难以置信的镜头效果, 如: 闪光、热源光、高光和聚焦等。另一方面, 3D Studio MAX 还可以创造出精彩的可控制的光线追踪效果和符合自然规律的对象运动, 它能够灵活地交互式建模并可以真实的运动集成, 以造成多种三维灯光和摄像机以及运动匹配。3D Studio MAX 可定制的撤销和重复深度并可以定制的界面布局以满足用户的不同需求。3D Studio MAX 嵌入核心程序的角色动画, 支持制作简单的表皮、从属的运动和变形。而高级角色动画 Character Studio 扩展和高效率、高质量的多线程与超级网络渲染, 能更好地体现使用者的设计理念。在 3D Studio MAX 中, 可输出分辨率达 10 000 线的电影质量的动画。同时, 3D Studio MAX 具有行业领先的高扩展性, 可与 edit \*、paint \*、effect \*、combustion \* 工具相集成, 并拥有免费的 MAX 开发工具。

## (二) Blender 软件

Blender 是个 GNU 公司的 3D 绘图软件, 建模、算图、动画等功能都相当的完整, 可以说已经具有了一般商业软件的规模。2002 年 Blender 重新开放, 成为一个 opensource (开源) 的软件。这个软件的开放原始码在欧美引起广大回响, 因此现在网络上已经可以找到大量 Blender 用的外挂程序。Blender 软件的程序写得相当精简, 也没有太多的图示, 档案的体积缩得非常小, 但并没有被缩减掉必要的功能。从各方面的工作能力来判断, 通常认为 Blender 具有作为一个第一线 3D 绘图/动画软件的能力, 特别是由于免费以及使用系统资源低 (运行起来的速度比一般的平面绘图软件还要快许多), 因而相当适合个人使用。其软件主界面如图 5.25 所示。

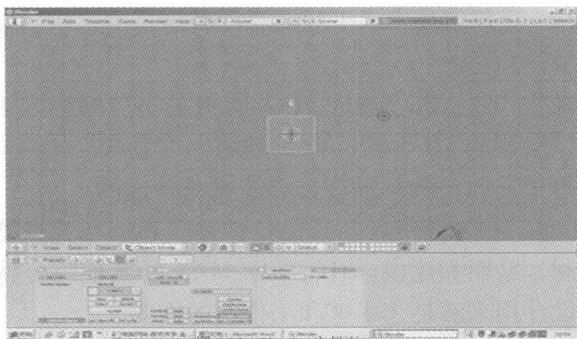


图 5.25 Blender 主界面

Blender 大部分的功能都有热键, 操作起来相当的轻快。而由于几乎所有的功能按钮鼠标移上去一段时间都会出现详细说明, 也多少弥补了操作方式和一般软件不太相同因此多少让人摸不着头绪的问题。Blender 的另一个特点是在设计上相当地注意小细节, 例如, 所有的调节拉杆都可以手动输入数值、可以细部调整一些在一般软件中隐藏的参数、甚至对个别对象做出不同的算图设定等。一般情况下, Blender 并没有大部分的主流软件那么多的套装功能, 但是如果使用者能够确实了解每个参数的用途的话, 那么是可以做出相当多样化的效果的。

在实际使用过程中, Blender 软件有如下几个主要功能:

- 建模。Blender 建模功能以 mesh/polygon 为主, 另外也包括各种曲线、NURBS 以及 metaball 编辑的能力, 也可以制作骨骼及皮肤等动画对象, 同时也具有图层功能。Blender 还内建奇异物件的样式库, 以供用户选择。
- 算图与材质。Blender 中, 内建的算图引擎速度相当快, 在 Blender 最近



的版本中，也加入了完整的热辐射以及光迹追踪算图引擎。可以输出多种格式的静态画及动画。用户也可以另外安装 YafRay，它同样是 GNU 的热辐射算图引擎，安装完可以在 Blender 里面直接用预设的 GUI 开启。Blender 具有常见的各种材质及贴图功能，并可以个别对象设定不同的算图模式、热辐射或光迹追踪的运算方式等等。具有把动态程序当作贴图汇入作为外挂的能力。

- 特殊效果。Blender 最新版本（2.36 版）包括了质量光、水波、粒子、建筑特效（例如，让对象慢慢浮现）。其中，粒子显示的特殊效果相当的不错，而其他的特效相比其他三维设计软件中基本的特效功能也都毫不逊色。

- 通用性。利用 Blender 软件来设计一些三维设计的功能，例如：设定动力学系统等等，用户可以输出成别的档案，在其他软件上运行或是直接在 Blender 里面执行。目前已经有专用的浏览器外挂能够用来运行利用 Blender 设计的一般的全景图或是类似于游戏之类需要互动的系统。同时，Blender 可以汇入用 GNU 的计算机语言 Python 所写的 script（脚本），用户只需要在使用前安装 Python，就可以利用 Blender 的这项功能了。

## 六、农业远程诊断系统

我国地域辽阔,大多数农民生活在交通不便的农村,而高水平的农业科研机构、农业专家多集中在大中城市,仅靠传统的“支农小分队”等形式显然已不能适应目前广大农民对农业科学知识与技术的需求。20世纪90年代后期,信息技术和网络技术的迅猛发展,为远程诊断系统的研究与建设提供了技术基础,通过建立远程诊断系统,提供远程诊断与信息咨询正在成为农业信息服务的新形式。从2002年开始,中国农业科学院农业信息研究所多媒体技术研究室在国家“863”计划的支持下,开展以大田作物病虫害诊断为主要内容的远程咨询系统的研究,研发了针对大田作物病虫害诊断的实际需求所开发的应用软件系统,实现了网络化专家实时诊断与专家系统诊断功能。本章重点介绍该系统的设计原理、结构与功能、特点与应用情况。

### 系统原理

远程诊断是一个集信号远程采集、处理、分析及评判的过程,通过这个过程将系统中某个子系统的运行状态分为正常和异常两类,并进一步找出异常的信号样本所属的类别。

农业远程诊断过程就是针对某个特定的农业问题,通过网络获取诊断对象的各方面信息,然后进行诊断,诊断的方法有专家诊断、专家系统诊断、基于模型的诊断等,最后把诊断结果返回。由于农业问题的复杂性,农业远程诊断需要获取大量的信息,包括文字信息、图像信息甚至视频信息以及一些指标的实际观测和检测信息,另外农业远程诊断需要把专家诊断、专家系统诊断、基于模型的诊断等诊断方式有效地结合起来,才能比较好的解决问题。农业远程诊断的逻辑结构如图6.1所示。

从图6.1可以看出,农业远程诊断的过程可以看成农业知识的流动过程,用户提出某个诊断问题,意味着他缺乏某种知识,通过网络他把问题提交到诊断中心,诊断中心启动专家诊断、专家系统推理或者模型运算,形成一个诊断结果,即包含解决问题的知识,再通过网络把这个知识传递到用户,实现了一个知识的流动过程。

农业知识有显性知识和隐性知识。显性知识指的是一个巨大的知识库或概

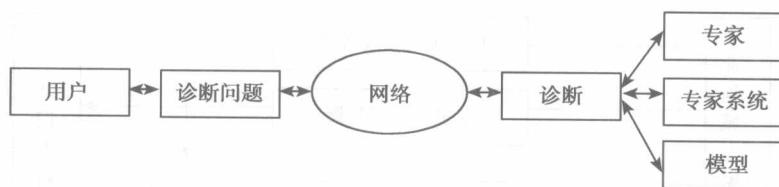


图 6.1 农业远程诊断的逻辑结构图

念图，隐性知识是指存在人们大脑中知识。农业远程诊断就是将知识从一个实体转移到另一个实体的过程，即将存在计算机中有关农业的显性知识和农业专家大脑中的隐性知识转移给有诊断问题的农业用户的过程。

农业显性知识转移可以利用专家系统的原理来实现。农业知识的表示可以采用语义网络、框架、规则、对象等。农业知识的获取和表示的过程就是知识显形化的过程，其表现形式是知识库。农业知识服务就是将知识库中的知识转移给农业用户，其方法是在知识库和用户之间增加一个推理机，用户将问题交给推理机，推理机利用知识库中的知识进行推理并将结论交给用户。

农业隐性知识的转移比较复杂，往往需要通过学习、交流、讨论等过程实现知识的转移，但究其本质是人与人的主动交流，是需要某种知识的人与能够提供这种知识的人之间的交流。基于网络的隐性知识服务就是利用网络将需要这种知识的人和能够提供这种知识的人连接起来，实现知识的转移。

因此，基于网络的农业远程诊断系统就是通过网络实现农业显性知识和农业隐性知识的知识转移和传递。为了实现这个目标，我们采用三个层次的知识转移方法来满足农业显性知识和农业隐性知识的转移要求。三个层次的知识转移方法的示意如图 6.2 所示。第一层次是通过农业专家实时交流层，实现农业隐性知识的转移，第二层次是通过农业专家非实时答疑，同样也实现了农业隐性知识的转移，而且这两个转移通过知识获取模块，将农业隐性知识显性化，并存贮到知识库中，提供给农业专家系统调用。第三个层次是通过农业专家系统提供知识服务。

以大田作物病虫害为例，我们可以更清楚地看到农业远程诊断系统中知识的传递和流动过程。农业生产中的病虫害是危害作物生产的最重要的因素之一，据统计我国每年发生的病虫害面积达 2.36 亿亩，造成的粮食损失在 15% 左右。因此，在生产过程中，及时发现和诊断病虫害的发生，并采取恰当的防治措施，是减少产量损失，提高产出水平的重要手段。但大田作物的病虫害种类繁多，国家“863”项目“网络化实时农业远程诊断模型与交互式关键平台技术研究”课题组通过田间实地考察，收集和整理的水稻、小麦、玉米



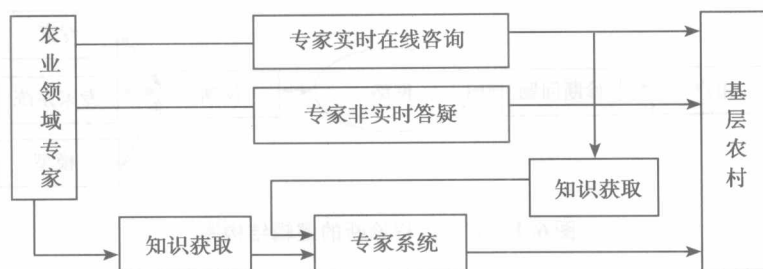


图 6.2 农业远程诊断中知识转移方法示意图

和棉花的病虫害种类就有 800 多种，而且作物的不同生育时期，病虫害的危害症状和特征也有所不同，由此可见，大田作物病虫害的诊断是一个非常专业化的工作，需要丰富的知识和实践经验。

大田作物病虫害的诊断过程可以看成信息和知识在不同角色之间流动的过程。信息和知识的收集、加工、扩散和作用的过程。在诊断过程中，有五种角色起关键作用，即具有诊断经验的专家、需要诊断的用户、知识工程师、信息工程师、系统管理员，这五种角色的关系如图 6.3 所示。具有诊断经验的专家拥有大量的作物病虫害诊断知识和经验，能够将这些知识和经验贡献出来，在网络上提供实时的作物病虫害诊断。需要诊断的用户一般是基层的植保站，甚至是基层的农户，他们在作物生产的第一线，有着巨大的病虫害诊断和防治的需求。知识工程师是将植保专家的定性或者定量的知识获取并转换成计算机可以识别和处理的知识的专业人员，他们熟悉计算机的知识表示方法，能够利用多种方式和技巧把植保专家头脑中的知识挖掘出来，并使用知识获取工具将挖掘来的知识存贮到计算机中。信息工程师是将大量的病虫害信息进行收集和整理，按照一定的组织方式，将这些信息存贮到计算机中。系统管理员是管理、维护和监控整个系统正常运行的专业人员。

在图 6.3 中，大田作物病虫害诊断专家接口提供了两个界面，一是植保专家与用户实时远程视频交互的界面，二是植保专家提交形式化知识的界面。知识工程师接口的作用是设计与植保专家交流的脚本，整理植保专家提交的形式化知识。事例收集 Agent 是一个自动化模块，它的作用是从植保专家与用户实时交互的过程中提取出知识，以及从互联网上自动爬行收集有关病虫害诊断方面的事例，并通过整理加载到诊断知识库中。知识分发 Agent 的作用是将通过、学习或者采集获得的知识按照不同的类型发送到网络上的不同知识库中，更新分布式知识库中的知识。知识操纵与推理 Agent 是专家系统利用 Agent 的一个技术实现。目录维护接口的作用是登记注册可用的 Agent 类和查找可用的 A-

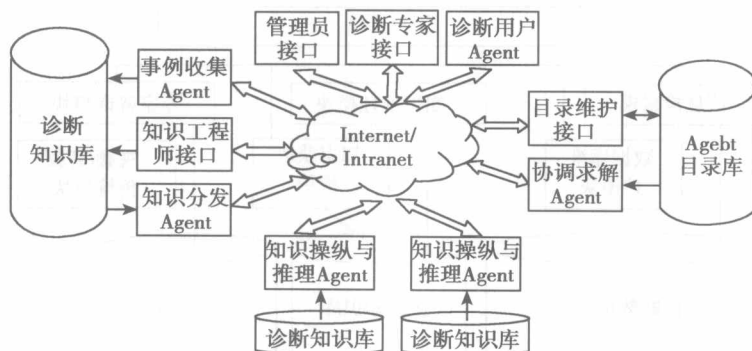


图 6.3 基于角色的大田作物病虫害远程诊断系统原理图

gent 类。协调求解 Agent 用于管理所有活动着的 Agent 实例，包括活动 Agent 的状态、生命周期等，协助活动 Agent 之间通讯及合作，同时也协调专家与知识操纵与推理 Agent 之间的通讯。

从图 6.3 中可以看到，大田作物病虫害诊断有两种运行模式，即实时诊断模式和非实时的诊断模式。实时诊断模式是以专家为主，用户可以连线不同的植保专家，通过跨越时空的面对面的交流，获取诊断结果，与此同时事例收集 Agent 会将整个诊断过程记录下来，并通过整理和分析加载到诊断知识库中。非实时诊断模式是以专家系统为主，用户的问题提交以后，协调求解 Agent 调用不同的知识操纵与推理 Agent 来求解用户提出的问题，向用户提供推理诊断的结果。通过上述的两种运行模式，实现了大田作物病虫害诊断知识（包括显性知识和隐性知识）的流动。

## 系统的结构与功能

### （一）系统的结构

#### 1. 系统的逻辑结构

农业远程诊断系统如图 6.4 和图 6.5 所示，主要由用户接口、信息检索模块、知识推理模块、专家咨询模块、数据库维护模块、知识获取模块、视频/音频传输模块、诊断数据库、诊断知识库以及专家库构成。整个系统采用 B/S 模式运行，系统的主要功能逻辑在服务端实现。知识获取模块是运行在客户端，是一个 Windows 应用程序，并通过 HTTP 协议与服务器联系，传送知识库到服务器。这样设计的主要原因是知识编辑的界面复杂，在浏览器中实现复杂，再有知识编辑仅仅是知识工程师使用，用户面相对比较小。视频/音频传

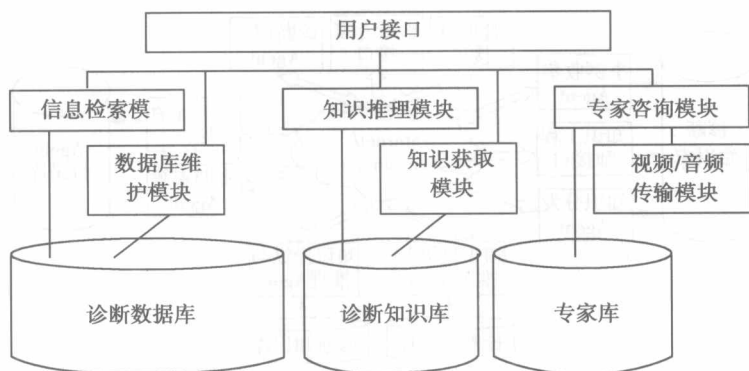


图 6.4 农业远程诊断系统逻辑结构

输模块也是运行在客户端，但是已经采用 ActiveX 技术进行了封装，当用户访问专家咨询模块的网页时，浏览器自动从服务器端下载用于视频/音频传输的 ActiveX 控件，并自动初始化视频/音频运行环境，与服务器联系，打通专家端和咨询用户端的视频/音频 UDP 数据包的传送通道。

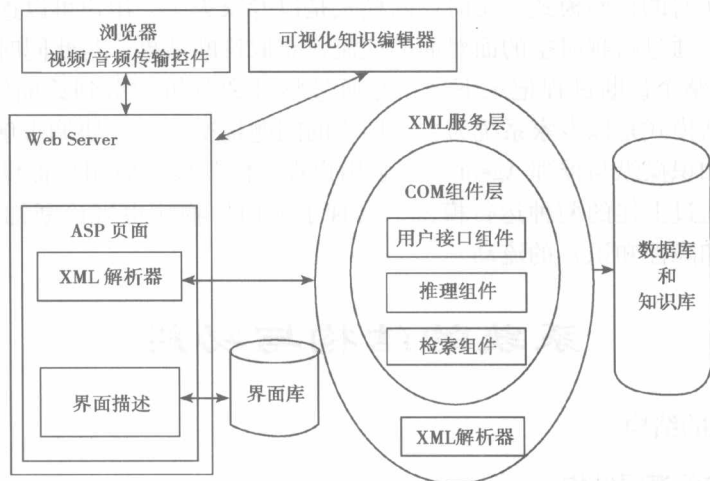


图 6.5 农业远程诊断系统逻辑结构

## 2. 系统的知识库结构

农业远程诊断系统中诊断知识采用二叉分类的方法来采集和整理，整个知识库包括两个部分，一部分是表示各个诊断知识节点之间关系的二叉分类树，另一部分是表示诊断知识节点显示界面的界面数据（图 6.6）。

利用可视化知识编辑工具建立的小麦、玉米、水稻、棉花病虫害诊断知识

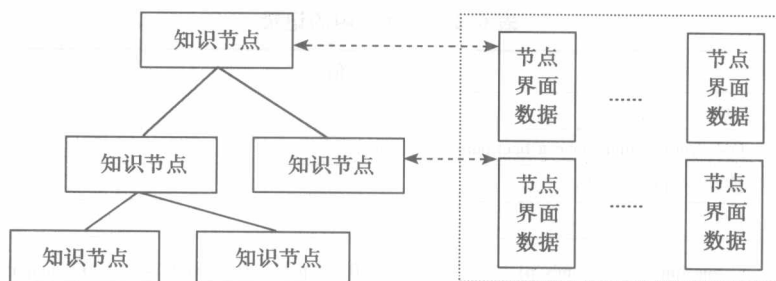


图 6.6 诊断知识库结构

库的二叉树部分如图 6.7 所示。

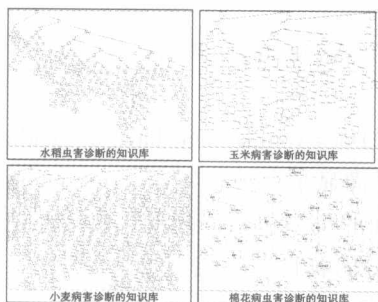


图 6.7 病虫害诊断知识库的二叉树

农业远程诊断系统中的推理模块运行时仅仅使用表示各个诊断知识节点之间关系的二义分类树，当某个诊断知识节点需要展示给用户时候，就需要具体的节点界面库支持才能够完成实际的用户交互。例如，当用户与 XML 服务器开始交互后，以消息的形式返回提问 Q，提问 Q 是中性的，具体的显示需要界面库支持。界面库的结构如表 6.1 所示，界面库中一条典型的记录如表 6.2 所示。

表 6.1 界面库的结构

名称	类型	长度	说 明
qid	文本	50	
qtitle	文本	50	知识库中问题的描述
mtitle	文本	50	界面的标题
mtype	文本	50	界面的类型
mContent	备注		界面描述文件
mMedia	文本	50	界面中多媒体文件的列表
mMemo	备注		每一个界面的注解

表 6.2 界面库中的记录

字段	值
qid	001
qtitle	Does your animal have a backbone? (yes no)
mtitle	该动物有后脊骨吗?
mttype	1
mContent	<pre>&lt;img imgsrc = "mmb/p1. jpg" left = "10" top = "10" width = "100" height = "80" &gt; &lt;img imgsrc = "mmb/p2. jpg" left = "130" top = "10" width = "100" height = "80" &gt; &lt;input type = "radio" name = "是" left = "100" top = "180" right = "200" bottom = "200" &gt; &lt;input type = "radio" name = "否" left = "220" top = "180" right = "320" bottom = "200" &gt;</pre>
mMedia	p1. jpg   p2. jpg
mMemo	如果符合, 请选择是, 否则选择否, 然后按 [下一步]

在上面的记录中, “Does your animal have a backbone? (yes no)” 是提问 Q, 是中性的, 具体的界面显示存放在字段 “mContent” 中。界面显示是使用 HTML 语言来描述, 界面的类型包括选择型、输入型和综合型。ASP 程序通过处理界面库中相关字段的内容自动生成网页。

### 3. 系统的数据库结构

建立农业远程诊断系统需要保存大量的数据, 并通过数据库的形式来保存。但是针对不同的农业需要, 数据库的存贮结构往往是不一样, 例如大田作物病虫害数据的存贮结构和大田作物施肥数据的存贮结构肯定是不一样的, 因此需要一个柔性化的数据管理机制。

我们设计的农业诊断系统中, 采用了以数据字典为核心, 设计一个通用的数据库存贮框架, 这个框架面向一个抽象的数据库, 实现了数据库的录入、修改、删除, 以及检索、统计、汇总报表的制作功能。数据字典的内容包括两个部分, 一是表的信息, 包括表的中文名称、英文名称、建立时间等, 二是表中字段的信息, 这部分也是数据字典的主要部分, 包括字段的中文名称、英文名称、字段的类型、字段的长度、字段的代码信息、字段的检索信息等。要实现某个具体数据对象管理时, 就把抽象的数据库设定成一个具体数据库就可以了。

例如, 要建立大田作物病虫害数据库, 我们就先设计好大田作物病虫害数据库的数据字典 (表 6.3), 然后利用系统提供的把抽象数据库实例化的工具, 生成数据维护界面, 以及检索、汇总和统计报表的定义, 就实现了一个大田作物病虫害数据库管理系统, 可以实现大田作物病虫害数据的录入、修改、删除



工作, 以及大田作物病虫害信息的检索、汇总和统计功能。将来如果用户的需求变化了, 需要调查处理新的病虫害的数据, 就不需要修改任何程序, 仅仅需要通过相关参数的设定或修改来重新实例化抽象数据库就可以了。

表 6.3 大田作物病虫害诊断数据库的数据字典

字段名	类型	长度	权重	说明	
				害虫	病害
Ccode	Char	6		编号 ABCD: A 发生类别, B 病虫种类, C 检疫对象, D 序号	
Cname	char	文字	50	中文名称 (常用名、别名)	
Ename	Char	文字	50	英文名称 (常用名、别名)	
Sname	Char	文字	70	学名	
Csystem	Char	文字	100	分类地位 (纲、目、科、属) 的中文名称, 病原物 (门、亚门、纲、种)	
Ssystem	Char	文字	100	分类地位 (纲、目、科、属) 的学名, 病原物 (门、亚门、纲、种)	
Host	Char	文字	100	主要寄主植物	
Distribute	Char	文字	100	地理分布 (省代号)	
FrequentD	Char	文字	200	常发区 (省代号)	
Morphology	Memo	文字	10	形态特征描述	
IdentifyAdult	Char	文字	255	成虫形态特征识别要点 (主要鉴别特征)	
IdentifyEgg	Char	文字	100	卵形态特征识别要点 (主要鉴别特征)	
IdentifyLarvae	Char	文字	100	幼虫形态特征识别要点 (主要鉴别特征)	
IdentifyPupae	Char	文字	100	蛹形态特征识别要点 (主要鉴别特征)	
SymptomDamage	Image	图片	16	1	害虫形态特征 (综合图) 或病害症状 (综合图)
Morph_ Egg	Image	图片	16	0.5	卵期 越冬越夏 (孢子)
Morph_ Larvae	Image	图片	16	0.7	幼虫期 无性阶段菌丝体
Morph_ Pupae	Image	图片	16	0.7	蛹期 无性阶段孢子体
Morph_ Adult	Image	图片	16	0.8	成虫期 有性子实体
LifeCircle	Memo	文字	10	习性 & 生活史 侵染循环	
Damage	Memo	文字	10	为害特征描述	
Dposition	Char	文字	100	为害部位 1 根, 2 茎 (主干), 3 叶鞘 (树枝), 4 叶片, 5 穗 (果实) / 蕾、花、铃	
Dmorph0	image	图片	16	1	植株为害特征 (综合)
Dmorph1	image	图片	16	0.5	根
Dmorph2	image	图片	16	0.7	茎
Dmorph3	image	图片	16	0.7	叶
Dmorph4	image	图片	16	0.8	穗 (果实) / 蕾、花、铃
Dmorph5	Char	文字	50	主要为害生育期: 种子 0, 苗/子叶期 1, 分蘖/苗期 2, 拔节/现蕾 3, 孕穗/抽雄/开花 4, 扬花/吐丝/成铃 5, 灌浆/吐絮 6	

续表

字段名	类型	长度	权重	说明	
				害虫	病害
Dmorph6	Char	文字	200	受害植株特征: 缺刻 1, 枯心 2, 死孕 穗/蕾铃脱落 3, 白穗/烂穗/烂铃 4, 斑 点 5, 枯死 6, 茎断 7	受害植株特征: 病斑点 1, 枯死 2, 褪色 3, 矮缩 4, 徒长 5, 叶枯 6, 霉烂 7
Temp	Char	文字	60	温度参数: E 卵起点/积温 N 幼(若)虫起点/ 积温 P 蛹起点/积温 A 成虫起点/积温 G 全代起点/积温	温度参数: 越冬越夏孢子萌发 无性阶段菌丝体 无性阶段孢子(分生孢子) 有性阶段菌丝体 有性阶段子实体(孢子)
Env	Memo	文字	10	发生生态条件特征描述	发生生态条件特征描述
Antagonists	Char	文字	100	常见天敌种类	
Character	Char	文字	60	发生条件特征参数: 温 T: 高温 H, 适温 M, 低温 L; 湿 H: 1 高湿 H, 2 适湿 M, 3 低湿 L 光 L: 1 多 H, 2 少 L; 雨 P: 1 多 H, 2 少 L	
OBRecord	Memo	文字	10	猖獗程度记载: (1~5 级, 用 C 分隔, 左为 1999 年前, 右为 2000 后); 局部(省)发生在行首附加省份代码	
Survey	Char	文字	255	调查要点	
Predict	Memo	文字	10	预测预报资料(方法、模型等)	
IPM	Memo	文字	10	综合治理措施	
Reference	Memo	文字	10	参考文献目录	

抽象数据库管理框架的结构如图 6.8 所示, 由四个部分组成, 即系统定义、数据维护、报表设计以及由数据库和参数库组成的抽象数据库。

在这个结构中, 参数库是最为重要的部分。在参数库中存放的是某种特定数据库的基本信息, 参数库中内容的调整是靠系统定义这个模块, 而数据维护和相关报表设计模块则通过参数库对实际的数据库进行操作。

## (二) 系统的功能

### 1. 知识的获取功能

知识获取是实现农业远程诊断系统的重要环节和瓶颈, 系统的知识获取有三个方: 通过知识工程师获取的知识, 从实时诊断实例中学习的知识, 从互联网上与诊断问题有关的资源中学习的知识。从互联网上学习的知识已经有不少研究, 已经比较成熟, 但从实时诊断实例中学习知识的研究还比较少, 其关键问题是如何将专家与用户之间交流的视频流与音频流转化为公式化的诊断



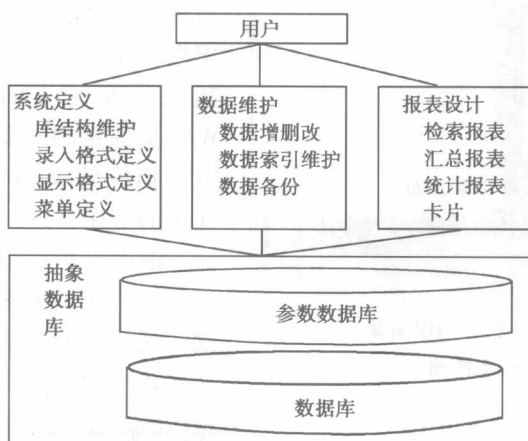


图 6.8 抽象数据库管理框架的结构

知识。

#### (1) 知识工程师获取知识

农业远程诊断系统中的知识采用规则来保存，但以二叉树的形式来采集。知识工程师与农业领域专家进行交流，获得农业知识，并利用计算机程序语言把获得的知识进行编码，经过反复调试、修改、验证，最后形成能解决该领域中某些具体问题的专家系统。因此，一个能用二叉树方式表示专家知识的系统的开发过程可以简单地描述为图 6.9 所示。



图 6.9 知识库的构建过程

从上述开发过程可以看出，编写程序的工作量十分巨大的，而且必须有专业训练的知识工程师才能完成。为了减轻这种工作量，我们研制了“农业知识采集工具”，可以大大减轻知识工程师的工作量，有了这个工具的帮助，知识工程师可以集中精力考虑知识本身的组织与管理，而建库等烦琐的过程交由我们的“农业知识采集工具”来完成。

农业知识采集工具由 2 个部分组成：一是知识编辑器，它的作用是编辑知识，并负责将知识上传到 WEB 服务器上；二是知识推理组件和知识服务网页，它的作用是接受用户的输入，调用知识库中知识进行推理，并将推理结果以网页的形式返回给用户。农业知识采集工具结构见图 6.10 所示。

农业知识采集工具包括 3 项主要的功能：可视化的知识编辑功能，可以方便地编辑书本上的或者专家头脑中的知识；易用的知识发布功能，用户不需要

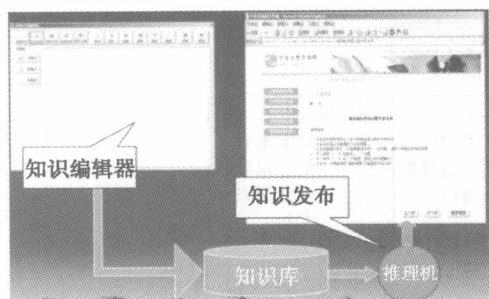


图 6.10 农业知识采集工具结构图

写程序，就能利用该工具提供的知识推理组件和相应的 ASP 脚本将知识发布到 Internet 上；灵活的 Web 页面定制功能，可以根据需要定制相应的 Web 界面，开发出个性化的应用系统（图 6.11）。

前面已经介绍，农业远程诊断系统中，知识采用规则来保存，但以二叉树的形式来采集。下面就是基于规则的知识表示的一个实际

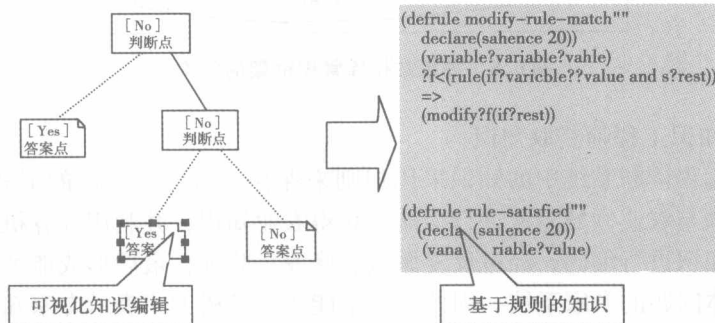


图 6.11 农业知识采集工具的工作原理

例子。

```

(deftemplate rule
  (multislot if)
  (multislot then))
(defrule propagate - goal ""
  (goal is ? goal)
  (rule (if ? variable $ ?)
    (then ? goal ?? value))
=>
  (assert (goal is ? variable)))
.....
(defrule remove - rule - no - match ""
  (declare (salience 20))
  (variable ? variable ? value)

```



```

? f <- (rule (if ? variable ? ~? value $?))
=>
(retract ? f)
(defrule modify-rule-match ""
  (declare (salience 20))
  (variable ? variable ? value)
  ? f <- (rule (if ? variable ?? value and $? rest))
=>
  (modify ? f (if ? rest)))
.....

```

但是对一般用户来说,使用这样的知识表示方法来采集农业知识是有难度的。农业知识采集工具意识到这个问题,它采用了可视化的编辑方法,用户仅仅使用一些图符来表示知识,一旦用户完成知识的编辑,它就能够把图符表示的知识“翻译”成规则表示的农业知识。

知识经过编辑和“翻译”形成基于规则的知识,存放在 Web 服务器上的知识库中,推理机就能够调用知识库中的知识。

以大田作物虫害诊断为为例,诊断知识获取和应用的过程如下。

首先整理诊断知识。假设“虫害识别诊断系统”中的虫害识别知识就一条,即“如果发生在棉花根下部,则该虫害是地老虎,否则该虫害就是棉铃虫”。这个规则可以用图 6.12 来表示。

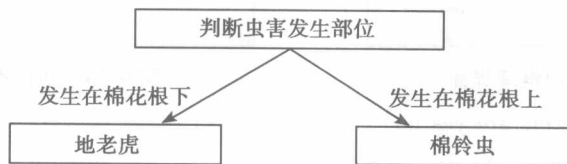


图 6.12 虫害诊断图





然后利用“农业知识采集工具”采集知识。在农业知识采集工具(图 6.13)中,通过点选对象工具箱(窗口的左上方)中的“判断点”图标  “判断点”、“答案点”图标  “答案点”以及“连接线”图标  “连接线”,来绘制虫害诊断图。

图 6.12 中需要提供给用户的判断信息,即让用户选择虫害实际的发生部位,则是点选判断点节点,按鼠标右键,打开节点的界面编辑器(图 6.14),编辑输入这些判断信息,供用户来选择。

编辑完成所有节点和节点的界面信息后,单击网络写图标  将知识保存到服务器中并给知识库命名—test。当保存文件和保存知识库界面都成功时,

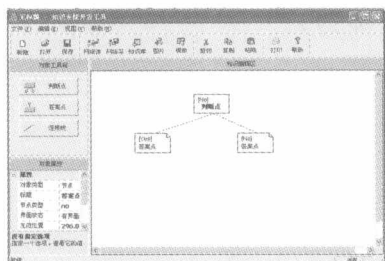


图 6.13 “农业知识采集工具”系统界面

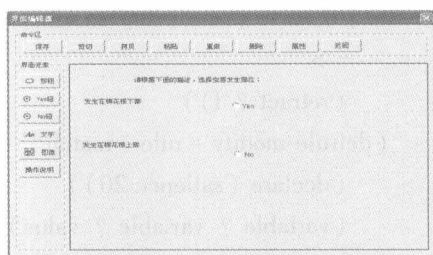


图 6.14 “农业知识采集工具”的节点编辑器界面

还需要生成规则型知识,推理机才能够使用,因此,单击生成知识库图标来生成规则型知识。如果知识库生成也成功,到此“虫害识别实验系统”的知识库就建立起来了,并已经上传到服务器中。

在服务器中,知识是以规则的形式存贮,如下所示:

(defactsknowledge-base  
(goalstype. answer))

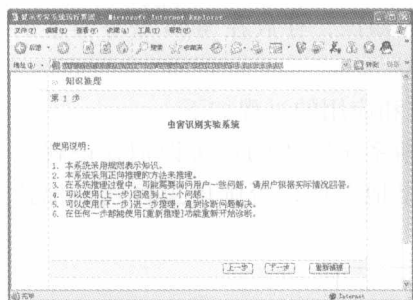


图 6.15 知识推理界面

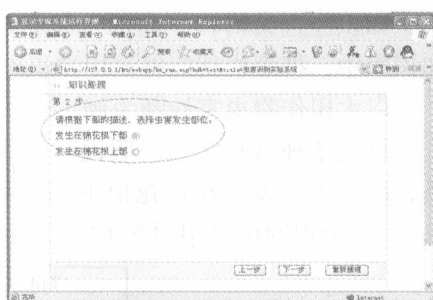


图 6.16 知识推理界面

(legalanswers are yes no)  
(rule (if Q2 is yes)  
(then C2 is I11))  
(rule (if Q2 is no)  
(then C2 is I10345)))

打开浏览器,运行知识推理系统,运行网页如图 6.15 所示。单击下一步,开始推理(图 6.16)。图 6.16 中显示的内容就是节点界面编辑器中输入的信息。

到此,一个“虫害识别诊断系统”的知识获取顺利完成。

## (2) 从实时诊断实例中学习知识

从实时诊断实例中学习知识的过程如图 6.17 所示,用户向在线专家提出



问题后,事例收集 Agent 会自动被激活,并根据用户的问题,自动生成一个提问模式集,并显示给在线专家,在线专家可以从中间选择一个提问,也可以自己根据情况设计一个新的提问,但所设计的提问需要以字符的形式输入到平台中,然后通过网络发送给用户后,用户根据自己的实际情况

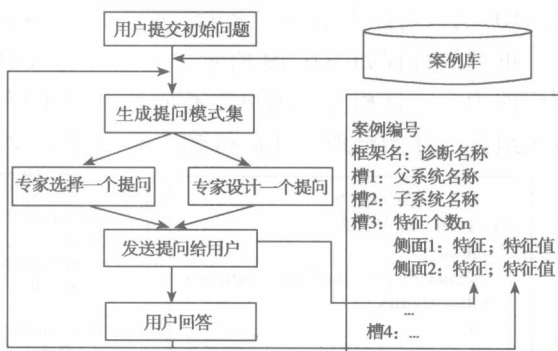


图 6.17 从实时诊断实例中学习知识的过程

回答,返回的回答有两类,一类是关于诊断对象的形态特征或者为害症状,这类回答通过视频的形式返回给在线专家,另一类是诊断对象或者其环境数量方面的特征,如温湿度,这类回答通过音频的形式和字符的形式同时返回给在线专家,发给用户的提问以及用户返回的答案通过事例收集 Agent 记录在案例库中。当然,所记录的案例还需要进一步的整理,将案例特征聚类启发式信息,按照相似性、相干性、协变性原则对问题的主要特性进行聚类,形成多个主要特征集合。以大田作物病虫害诊断为例,从实时诊断实例中学习的知识表示框架如图 6.18 所示。

案例编号  
框架名: 棉花枯萎病的诊断  
槽 1: 棉花病害诊断  
槽 2: NULL  
槽 3: 特征个数 = 14  
病害症状: <综合图片的指针>  
苗期的子叶: 边缘——黄色斑块; 半边——黄色斑块; 斑内叶脉——失绿变黄  
现蕾后的叶子: 叶片——变厚; 叶片——畸形  
...  
发病时间: 7 月以后  
温度: 低温  
雨水: 多  
...

图 6.18 棉花病害诊断知识表示框架的片段

## 2. 推理功能

为了提高系统的运行效率和能力,我们开发的 XML 服务器是无状态服务器,就像 HTTP 服务器一样,每一次对服务器的访问都是独立的,无上下文的。在这样的环境下,实现连续的推理是一种挑战。我们采用逐步逼近的方法来解决这个问题。

设系统向用户提问为  $Q$ , 用户回答为  $A$ , 则一问一答形成一个 QA 对, 使

用 XML 语言可以表示为 “<q>问题</q><a>答案</a>”。

推理的过程如图 6.19 所示。当用户与 XML 服务器开始交互时, QA 对队列应该为空, 就相当于用户没有向系统提供任何信息。XML 服务器启动专家系统组件, 开始推理, 并运行到需要向用户交互的点, 结束推理, 并将提问

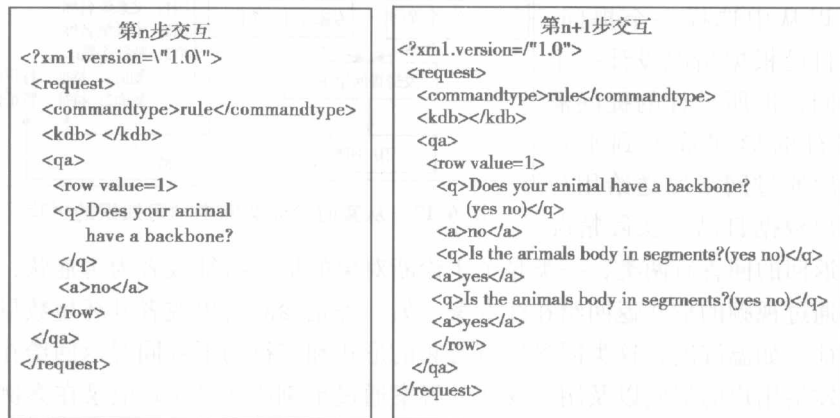


图 6.19 用户与 XML 服务器交互过程中 QA 队列变化图

Q1 以消息的形式返回。用户回答这个提问 Q1, 形成答案 A1, 这时 QA 对队列的内容应该为 “<q>Q1</q><a>A1</a>”。用户以 “<q>Q1</q><a>A1</a>” 队列与 XML 服务器交互, 就相当于用户向系统提供了一些不完全信息。XML 服务器启动专家系统组件, 开始推理, 并运行到需要向用户交互的点, 如果提问的答案在 QA 对队列, 就直接提取答案, 并继续推理, 否则产生新的提问 Q2, 结束推理, 将提问 Q2 以消息的形式返回。用户回答这个提问 Q2, 形成答案 A2, 这时 QA 对队列的内容应该为 “<q>Q1</q><a>A1</a><q>Q2</q><a>A2</a>”。依次类推, 用户向系统提供的信息逐步增加, 系统的推理路径也越来越长, 直到产生推理结果。在上述的推理过程中, 每一次交互都是独立的, 从而提高了服务器运行的效率和能力。

以棉花病虫害诊断为例, 系统运行的界面如图 6.20 所示。

推理机的实现是采用 Microsoft 公司的 COM+ 技术, 把基于规则的推理封装在 COM 组件中, 用户接口则采用 ASP 脚本来实现。

基于规则的推理机实现时, 我们采用了开源软件 CLIPS 的推理功能。CLIPS 是 “C 语言集成产生式系统 (C Language Integrated Production System)” 的首字母缩写, 是美国航空航天管理局 (NASA) 于 1985 年开发的基于规则的通用专家系统开发工具。其设计目标是成本低, 可移植性好, 易于同其他系



系统集成。在这样的设计目标指导下, CLIPS 形成了流畅、明快的风格, 语法十分简洁明了, 用户学习、掌握和使用起来十分容易, 同时它又有相当好的性能。因此, CLIPS 不单在美国宇航局内部, 也在美国的许多大学和工业部门得到了广泛应用, 成为专家系统工具中的后起之秀。CLIPS 是一种知识工程语言, 与传统的知识工程语言的书写习惯和运行特点非常接近, 具有产生式系统的基本特征, 随着 NASA 的不断开发, CLIPS (最新版本 CLIPS6.20) 已经具有产生式系统 (基于规则)、框架结构、面向对象和过程式编程多种知识表达方式以及具有模糊推理能力,

提高了其推理的精确性。另外, 该系统还具有一个鲜明的特点: 具有非常优秀的开放性, 可以容易地和其他系统无缝地相互集成。CLIPS 开发环境发布的软件包中包含了一个 clips.dll, 这是 CLIPS 的开发者提供的动态链接库, 通过调用此动态链接库中的函数, 也可以实现 CLIPS 的混合编程。例如, 我们可以将计算模块嵌入到 CLIPS 中, 以弥补 CLIPS 数值计算功能的不足; 也可以将 CLIPS 嵌入到计算模块中, 以弥补计算模块逻辑推理功能的不足。同时, CLIPS 语言一个更重要的特点是免费提供源代码。NASA 允许 CLIPS 的使用者免费下载 CLIPS 源代码和可执行程序。使用者可以根据自己的需要修改源代码, 这对再次开发 CLIPS 是非常有利的, 而且 CLIPS 是由政府支持的软件, 不同于一般的自由免费软件, 其可靠性是有充分保证的。

### 3. 专家诊断功能

在农业远程诊断系统中, 通过建立一个农业专家数据库, 整合分布在全国各地的专家资源, 为广大农户和基层农业技术人员提供包括病虫害在内的生产中遇到的各种问题咨询服务而建。用户可以在农业专家在线咨询系统中提出咨询问题, 系统管理员针对所提出问题的种类、地域及领域等, 通过查询专家数据库及时地将问题提供给相应专家, 由这些专家来回答和解决问题, 这样就

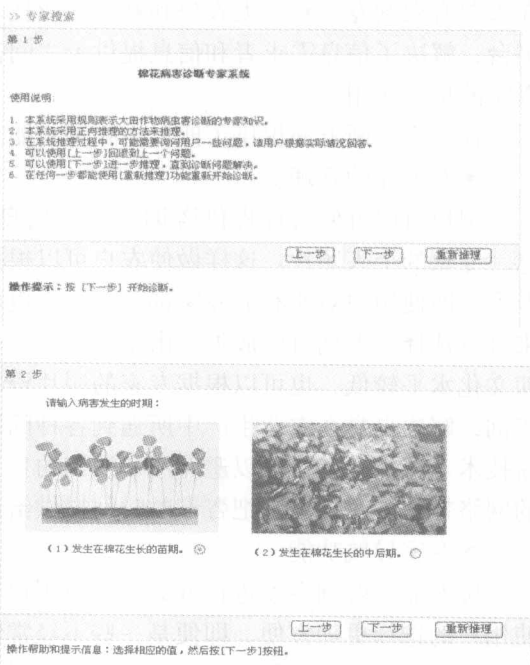


图 6.20 推理过程示例图



在人数有限的专家和广大农户和基层农业技术人员之间架起了一个信息交流的平台,解决了信息需求者和信息提供者之间得不到有效沟通的问题,发挥全国专家的指导作用。

在专家诊断方面提供了四个主要的功能。

#### ● 专家库的管理

用户可以方便管理提供咨询的专家信息,包括专家的基本信息和专业信息、专家的个人照片。这样做使农户可以根据专家资料来选择自己需要咨询的专家,即使用户对所有的专家都不熟悉,也可以根据专家库所提供的专家资料来进行选择,做到有的放矢。由于专家库有专家的图像材料,这样就使用户即使文化水平较低,也可以根据专家的照片资料,选择自己耳熟能详的专家进行咨询,解决自身在农业生产中所遇到各种问题,指导生产,并学到自己需要的新技术。这样一来,可以避免用户咨询的盲目性,节约专家的时间,减少无谓的网络带宽占用,做到把咨询的时间提供给最需要咨询的人。

#### ● 专家导航功能

按专业对咨询专家进行分类,方便用户寻找到合适的专家。这样一来可以使用户的选择更加方便,即便是一些不经常使用互联网络的农户,也可以一目了然地选择自己需要的栏目,进行咨询或者查找有关材料,解决所遇到的实际生产问题。从而实现了软件的“傻瓜化”,方便了用户的使用,特别是那些居住在偏远地区的以及那些因为条件所限制,对互联网操作不熟练的用户,适合我国农村的实际情况,扩大了软件的使用范围。

#### ● 实时交流和非实时交流功能

用户即可以与专家实时交流与咨询,通过摄像头等视频设备,使专家和农户可以“见面”,有效地增加咨询工作的“亲和力”,给用户以身临其境的感觉,提高了咨询的效率,同时,农户还可以把自己所遇到的问题的实物标本展现给专家,让专家现场诊断,增强了诊断的实效性,提高了解决问题的准确率。基于实时交互技术的数字化咨询服务,即在线咨询,其技术原理是利用聊天软件作为技术支撑,在一定的远程咨询网站的主页上设置链点,各种农技和植保专家为聊天室主持人,在网上异地同时对使用远程咨询的网络用户进行实时性的问答服务。同其他形式的虚拟咨询服务相比,在线咨询的特点是操作简便,解答问题范围广泛和全面,解答的用户面较广。尤其是它的实时解答功能,可以及时解决网络用户遇到的各种问题,因此受到广大农户和农业工作者的欢迎。

当所要咨询的专家不在线时,用户也可以将问题提交在网络上,等待专家回答。当专家上线时,可以根据用户的留言,结合自己的专业知识,将问题的



解答要点输入网络数据库中,供相关用户查找、浏览,这样可以有效地解决农户和专家时间不协调的问题,节约了专家的时间,也可以使农户避免无谓的等待,影响农业生产,做到了一举两得。其技术原理是使用电子公告版系统,也就是常说的 BBS,通过运用 FROM、CGI 等技术顺利解决了人机对话问题,实现了多人异地实时交流,特点是具有高度的流动性和自由开放性,具有多种与参考咨询紧密相关的功能,如邮件功能、转信功能、实时功能和非实时功能。

### ● 问题管理功能

将专家已回答问题与未回答问题都按专业进行分类,方便用户检索。用户可以将自己的问题与这些已经回答问题相比较,找出与自身的相同或相似的问题来指导自己的生产,这样扩展了系统的功能,适合于不同需求的用户,让广大农户都能在这个系统中找出适合自己的信息,有利地支持了农业生产和农业新技术的推广。本系统的数据库采用目前最为流行的关系型数据 SQL Server 为系统后台,并严格遵循 3NF 范式(3NF 要求数据中没有传递依赖,指的是表中每一例的值都必须由主键来确定,而不是表中的其他的非键列)。首先建立数据库的结构,除了考虑字段名称、类型、各数据库之间的相互关系外,还必须考虑减少数据冗余及各种异常现象等。其数据库表转换成 SQL Server 的数据表为:咨询员基本信息表(专家表:账号,人员姓名,科室,联系电话,锁定标记等);用户登录信息表(用户表:姓名,用户类型,E-mail 地址,IP 地址,锁定标记等);预定回话表(常用话语表:咨询员自定义的谈话内容,便于在和用户交互时快速发送给用户);谈话信息表(内容表:谈话发生时间,谈话内容,谈话施动者和接受者);交互参数表(咨询员和用户的登录号,咨询员的连接状态,谈话状态、转接标识、铃声标识等)以及其他相关数据表。

以小麦病虫害的诊断为例,整个诊断过程如下:

首先搜索专家,系统中专家可实现按专业显示,如图 6.21 所示。

也可实现按单位显示,如图 6.22 所示。

在选择了一个专家后,显示了专家的基本信息,可单击左侧按钮,察看专家视点,即专家所发表的文章等,如图 6.23 所示。

如果专家在线的话,可进行实时咨询,如图 6.24 所示。

如果不在线,可以用留言、发短信息等方式,向专家提问(图 6.25)。

专家姓名	专业	所在单位	操作
周国民	信息技术	中国农业科学院农业信息研究所	选择
冯明光	水稻	浙江大学	选择
马春森	小麦	中国农业科学院生物防治所	选择
李少昆	玉米	中国农业科学院作物所	选择
程存刚	果树	中国农业科学院果树研究所	选择

图 6.21 按专业的咨询专家列表示例

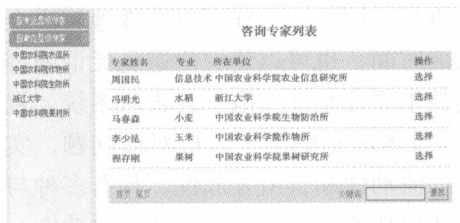


图 6.22 按单位的咨询专家列表示例

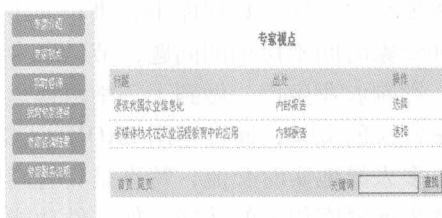


图 6.23 专家观点界面

可以查看专家所有已经回答的问题，如图 6.26 所示。



图 6.24 专家实时在线咨询界面



图 6.25 给咨询专家留言界面

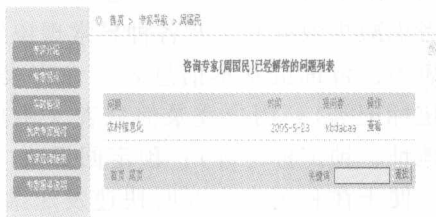


图 6.26 咨询专家已经解答的问题列表界面

单击查看详细内容，如图 6.27 所示。

最后一项是专家的服务时间，如图 6.28 所示。



图 6.27 咨询专家解答问题界面



图 6.28 咨询专家服务时间界面

这样，一个完整的专家在线流程就完成了。

#### 4. 信息检索功能

农业远程诊断系统提供小麦、玉米、水稻、棉花等作物的病虫害信息的



查询和检索,一方面,可以通过病虫害的列表,逐个浏览每个病虫害的信息,同时也可以输入关键词的方式检索出特定的病虫害信息。

检索出来的每一个病虫害将显示中文名称、别名、地理分布、形态特征描述、害虫形态特征图、发病规律、危害特征描述、为害特征图、综合治理措施。

### 5. 数据库维护功能

农业远程诊断系统提供小麦、玉米、水稻、棉花等作物的病虫害信息库的库结构维护,基本数据的录入、修改、删除和审核,数据维护模板的定制,数据录入权限的设定,用户和用户组的维护,数据库访问日志等功能。

### 6. 智能协同功能

农业远程诊断系统提供了一个多专家系统协同工作的环境,这种协同是通过分布在网络上的自治的 Agent 之间的消息通讯来实现的。

农业远程诊断系统中配置和维护了一个 Agent 目录库,网络上有新的知识操纵与推理 Agent 加入时,需要将这个 Agent 的信息注册到 Agent 目录库中,

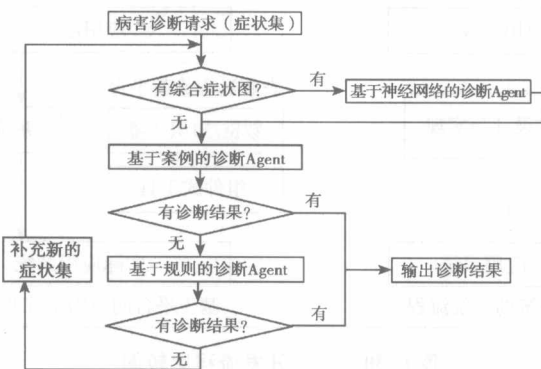


图 6.29 病害诊断求解链的例子

注册信息包括 Agent 的名称、位置、推理类型、可响应的消息表和访问权限,只有注册后的知识操纵与推理 Agent 才能在农业远程诊断平台中起作用。

在农业远程诊断系统中,协调求解 Agent 用于管理所有活动着的 Agent 实例,包括活动 Agent 的状态、生命周期等,协助活动 Agent 之间通讯及合作,用户的诊断问题提交后,协调求解 Agent 最先被激活,并生成一个问题求解链,利用求解链控制其他 Agent 的运行。图 6.29 是病害诊断求解链的一个例子。

Agent 之间的通讯是用消息机制来实现的。每个消息都是一个六元组 (From, To, Type, ReplyWith, ReplyTo, Content), 其中: From 是消息的发送者; To 是消息的接收者,接收者可以是一个 Agent,也可以是一组 Agent;

Type 是消息的类型; ReplyWith, 当该消息项不为空时, 表明该消息是需要应答的, 当消息的接收者收到本消息后, 需要应答, 应答消息的 ReplyTo 和 ReplyWith 相同; ReplyTo, 该项表明本消息是针对前一次消息 ReplyWith 的应答; Content 是消息内容, 具体含义由消息的接收者根据消息的类型和相互的约定进行解释。

## 系统的特点与应用

### (一) 系统的特点

农业远程诊断系统采用层次设计方法, 整个系统由通用数据/知识环境——知识推理和专家交互工具——具体作物远程诊断系统三个层次的软件组成。与一般的农业远程诊断系统只是单一系统不同, 我们一开始就形成一个开放式的软件框架 (图 6.30)。

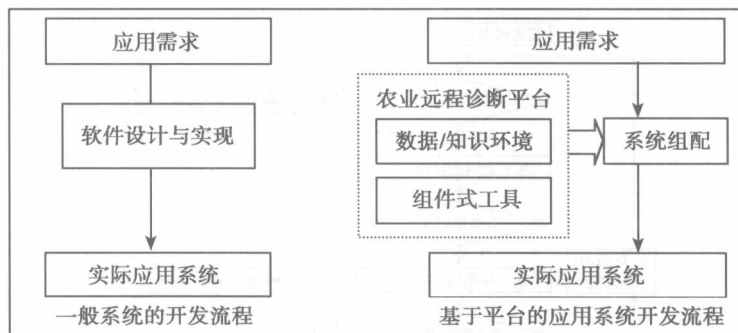


图 6.30 系统开发流程比较图

软件框架包括三层: 第一层是数据层, 它是通用数据/知识管理层, 所有的数据/知识都由这个层来管理, 并对上层提供统一的访问接口。第二层是中间层, 是由一系列功能组件 (COM) 组成的工具层, 通过对大田作物病虫害诊断需求的分析和提炼, 形成功能相对独立的 COM 组件, 负责某一个诊断功能的实现。另外在中间层还有一个组配工具, 这个工具根据用户的实际需求, 选择和配置相应的功能组件 (COM), 并形成一个新的诊断系统。第三层是系统层, 是整个平台对外服务的实体, 系统可以有两种运行模式, 一是基于 WEB 界面的 Internet 版本, 一是基于 Window 的 GUI 规范的单机运行版本。

通过层次设计方法建立的大田作物病虫害远程诊断系统, 它的最大特点是开放性和通用性, 这些特点为系统的推广应用创造了条件。首先是开放性, 在大田作物病虫害远程诊断系统的工具层, 只要符合微软公司的 COM 规范, 就

可以加入近来,并通过组配工具来进行管理,目前,已经开发了九个通用的功能组件,已基本满足农业病虫害诊断系统的构建。其次是通用性,针对不同地区、不同作物的病虫害诊断系统的构建过程非常简单,只需要利用应用组配工具选择和配置基本的功能组件(COM),并加上一个通用多媒体数据库管理与发布环境,就完成了系统的实现工作。

## (二) 系统的应用

在重庆、江苏、黑龙江、辽宁、河北省等建立了大田作物病虫害远程诊断系统综合应用示范点,开通了农业远程咨询网站(<http://www.carc.net.cn>)(图6.31)。

在重庆市范围内选择了有较好基础的荣昌县、永川县、璧山县、铜梁县、云阳县、垫江县、忠县、涪陵区、万洲区、南川县、开县、武隆县参与了该项目的实施工作,目前整个项目进展较为顺利,以上12个县在网络化农业远程诊断平台试用与推广项目的带动下,有的县已发展到植物病虫害的可视化预测与防治示范。各县通过专家座



图 6.31 农业远程咨询网主页

台,通过电话与网上交流解决农民农业生产中的实际问题 300 多件,为农业生产挽回较大的经济损失。例如,璧山县璧城镇新堰村的蔬菜种植大户张某种植的 5 亩黄瓜,在 4~5 月,大面积出现烂叶与并伴有根腐现象,张某及时通过该村的农业信息服务站与我市的蔬菜种植专家取得了联系,经过网上交流与分析,最终确诊为湿度过高所引起的霜霉病,由于张某按平常的经验不防治,没有收到较好的效果,最后在专家的指导下用药,很快遏制了该病,使张某仅受到了较小的经济损失。目前在参与实施该项目的 12 个县上都建立了自己的专家库,主要选择了水稻、蔬菜、果树,畜牧四个专业中有丰富实践经验,职称在中级以上的农业科技人员各 1 名,登记注册进入网络专家库,经过选择和培训组成了重庆市农业生产专家服务团。并通过统一协调,有序的在网上为农业生产者排忧解难。每个区县根据各自的农业生产特点和条件,通过宣传,现在用户已达 2 000 人左右。各地种养大户对该项目有极大的兴趣,针对该情况我们对其进行了引导,鼓励他们购买电脑并接入互联网,与我们建立的专家服务团取得联系,现在已有 40 多种养大户与我们取得了稳定的联系,并使他们从

中得到了帮助。

在江苏示范点,利用已有的推广网络,通过宣传等手段,吸引基层农户或者基层植保机构利用网络化农业远程诊断系统进行病虫害的远程诊断,重点通过 Internet 网络开展实时与非实时相结合的农业远程诊断,得到广大农户的热烈欢迎,同时还通过卫星与互联网相结合,供给江苏农村远程教育网用户使用,先后在江苏省农业科学院情报研究所、江苏省盱眙市、扬州市邗江区、高淳县、泗洪县、姜堰市六个地方做示范推广。截止到 2006 年底,系统访问量累计已达 18 000 多人次,农民通过热线电话或在线咨询与专家进行实时与非实时交流,反馈回来的信息有 2 000 余条,得到专家在线答疑的就有近千条。

在山东示范点,招远市在 2004 年开始试用推广应用,将市植保站、农技站、蔬菜站、环保站、农产品质量监测站、种子站、果树站等具有中级以上职称的专业技术人员登记注册为专家,通过“农业远程咨询网”,一方面,农民可以快速查询并获取病虫害方面的知识,进一步提高了对病虫害的识别能力,达到了远程教育的目的;另一方面,专业技术人员可以通过本系统,查阅专业基础知识,减少了翻书本的麻烦,提高了查阅速度,节约了购买工具书的费用。通过专家咨询系统,农民及基层农业技术人员可以根据农作物病虫害发生的情况,随时向专家提出问题,专家分门别类地予以解答,提高了病虫防治的时效性。专家咨询系统开通一年多,农户与专家实时交流达 2 600 多人次。

## 七、农业多媒体信息管理与发布系统

随着农业信息化进程的加快,农业领域产生了大量的多媒体数据,这些数据类型多样、结构复杂,如何管理好这些数据是目前农业信息研究的热点和难点。同时,农业多媒体信息 Web 化发布的需求也日益提高,迫切需要一个轻量级、易维护的多媒体信息发布系统。近年来,中国农业科学院农业信息研究所多媒体技术研究室在多媒体数据存贮模型、数据智能检索技术等方面研究取得了一系列进度,并开发了基于内容与表达相分离的采集和发布一体化的多媒体信息管理与发布系统。本章重点介绍我们所开发的农业多媒体信息管理与发布系统的原理、结构、功能和特点。

### 系统原理

农业多媒体信息管理与发布系统的开发有两个思路,一是根据某种农业应用的需求,按照多媒体数据库管理与发布系统的基本开发结构和功能要求直接设计与实现,这种方法缺乏弹性,特别是当系统进行移植时,工作量非常大;另外一种开发思路是,根据农业应用的需求,总结出一些共性的问题,先形成一个相对通用的平台,在平台的基础上,利用参数的设定,形成不同的应用系统,由于有了中间层的平台,应用系统的开发灵活性大大增加了,当系统移植时,只需要改变参数,就能顺利运行。农业多媒体信息管理与发布系统就是这种参数化的多媒体数据库管理系统。它建立了统一规范的多媒体数据的格式、多媒体数据的存储模型、多媒体数据的检索和管理模型等。满足了存取、查询、表现多媒体信息的需要。

传统的多媒体数据库管理与发布系统的开发多采用围绕特定内容开发专用系统的方法,由于这种方法将多媒体数据的内容与表达密切结合在一起,可移植性和可扩展性都较差,经过近几年的实践,我们提出了参数化的通用多媒体信息管理与发布系统。该系统由四个部分组成,既系统定义、数据维护、Web 接口和智能浏览接口,这四个部分通过参数库联系在一起(图 7.1)。

在农业多媒体信息管理与发布系统中,以数据字典为核心,将数据的定义、数据的维护 and 数据的发布联系在一起。数据字典的内容包括两个部分,一



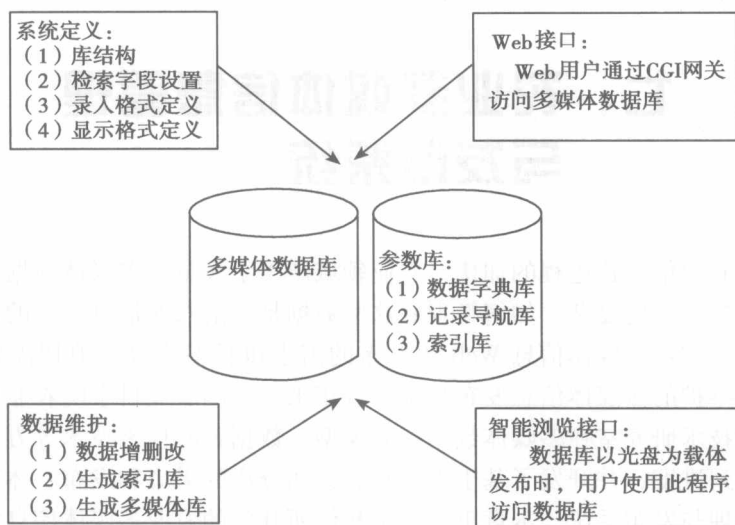


图 7.1 农业多媒体信息管理与发布系统的组成原理图

是表的信息，包括表的中文名称、英文名称、建立时间等，一是表中字段的信息，这部分也是数据字典的主要部分，包括字段的中文名称、英文名称、字段的类型、字段的长度、字段的代码信息、字段的检索信息等。

数据定义的过程就是定义数据字典具体内容的过程，这也是系统建立的第一步，用户根据自己的需要，设计好表和字段，然后向系统输入具体内容，就完成了系统的定义，一般来说，数据字典的定义在系统应用的开始时候做的，一旦定义好后，就不会经常去变动。

数据字典定义好之后，系统就能够根据用户的具体要求，自动生成数据维护界面，使用这个界面可以轻松实现数据的录入、修改、删除和审核工作。

数据的发布我们是采用模板技术，就是根据用户的需要，自动生成相应的 ASP 程序，而且在 ASP 程序中，应用逻辑和网页界面是分开的，系统会给出一个默认的界面，如果用户不喜欢，可以直接修改网页界面，由于采用了模板技术，网页界面的修改不会影响 ASP 程序的运行。图 7.2 是系统的运行原理示意图。

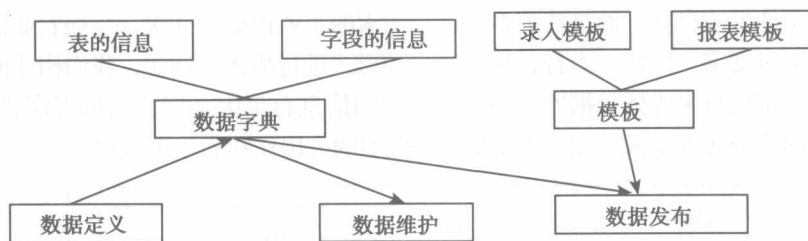


图 7.2 农业多媒体管理与发布系统运行原理示意图

## 系统的关键技术

### (一) 文档的 XML 表示

XML (Extensible Markup Language) 即可扩展标记语言, 是一种元语言。它是国际互联网联盟 (W3C) 开发的用于网络环境下数据交换、数据管理和网页设计的新技术。它是国际标准 SGML (Standard Generalized Markup Language [ISO 8879]) 的一个子集, 一个实用标准。

XML 是以一种开放的、自我描述的方式定义数据结构。XML 文档由标记和字符数据组成, 通过 DTD 或 Schema 使 XML 文档结构化。XML 文件是树型结构, 包含所有元素的元素称为根元素, 它是没有前导元素的惟一的一个元素, 根元素直接包含的那些元素称做子元素, 它还可以包含自己的子元素。如果包含了子元素, 则称之为树枝; 如果不包含子元素, 则称之为树叶。XML 将网络信息标准化, 使开发者和计算机易于辨认信息, 能创建不依赖于平台、语言或者格式有限的开放数据。

XML 是创建文档结构的工具, 它所创建的文档结构可以使管理系统精确地识别信息所在位置, 非常适合非结构化文献的全文处理, 易于表达文献数据。XML 可以将数据的存贮与数据的显示分开, 即内容与形式分离。XML 具有良好的层次结构和约束, 处理起来很容易, 极大地减少软件开发成本。XML 文档也为设计基于内容的智能检索引擎奠定了基础, 更为重要的是 XML 具有高度的通用性和兼容性, 既可作为全文文献的交换格式, 也可作为计算机系统内部格式, 既可以处理普通图书, 也可处理古籍、连续出版物、缩微制品等其他类型的文献。十分适合农业多媒体信息的文档表示和信息存贮形式。

### (二) 数据组织

农业多媒体数据具有两个特点, 首先, 农业多媒体数据一般总以一个树状的

技术体系的形式存在,而这些关系是进行检索的主要依据;其次,一项农业信息往往需要通过文字、图像、声音、视频等多种形式进行描述。例如,我们构建的大田作物病虫害信息多媒体数据库,每个病虫害的信息总是由文字、病虫害症状图片、病虫害图片分布等组成。图 7.3 就是一条典型的大田作物病虫害数据。


名称: _____	
症状: _____	
分布: _____	
_____	
_____	

图 7.3 一条典型的大田作物病虫害数据

针对农业多媒体数据的特点,我们采用关系型数据库和 XML 文档相结合的方式存贮农业多媒体数据。采用关系型数据库存贮树状的技术体系和检索关键词,成为导航用户浏览数据库的入口。农业多媒体数据的主体内容采用 XML 文档表示,利用 XML 将相关的文字、图像、声音和视频等形式的数据集成起来。

为了使用 XML 表示和存贮农业多媒体文档,需要建立文档结构模型,不同目的应用需要定义不同的文档结构模型。农业多媒体数据库的最终目的是让用户快速、方便、高效地检索信息,因此文档的结构模型设计充分考虑到搜索引擎的需要。下面用 DTD 说明文档的结构:

<! DOCTYPE 记录 [ >

<! ELEMENT 记录

-- (技术名称,作者+,主题及关键词+,技术来源, 适用范围,特点,主要内容,联系方法,备注) >

<! ELEMENT 技术名称	OO (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 作者	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 主题及关键词	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 技术来源	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 适用范围	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 特点	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 主要内容	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 联系方法	- O (#PCDATA)	>
<! ELEMENT 备注	- O (#PCDATA)	>

<] >

根据这个定义,某一具体农业多媒体信息文档依次由名称、一个或几个作者、一个或几个主题及关键词、来源、适用时间、特点、主要内容、联系方式、备注组成。作者后面的“+”表示至少应有一个作者,主题及关键词后面的“+”表示至少应有一个主题及关键词,名称、作者、主题词、来源、适用范围、特点等分别由字符串构成(#PCDATA)。

### (三) 智能检索

以全文检索技术为基础的智能检索算法设计是实现多媒体数据库管理与发布系统的关键,在“农业多媒体信息管理与发布系统”中我们采用的智能检索算法是在单字检索的基础上,通过文档内容相似度逐步逼近的方法得到检索结果,同时改变传统的线形显示检索结果的方式,使用多维视图的方式显示其检索结果。为了实现上述检索过程,先要建立三个检索索引库:单字索引库、词典库和检索词索引库。

我们采用单字母倒排表的方式组织单字索引库。索引库中包含 256 个单字母索引文件,一个字母对应一个索引,其中每个字母对应的索引记录了该字母在源文档中出现的位置,是否是汉字,如果是汉字,是第一个字节还是第二个字节,源文档的位置。建立字表索引时,需要扫描整个待打包出版的源文档,对所出现的每一个有效字符(除 XML 置标语言、标点符号、数字以外的字符)计算其在文档中的出现位置并将该位置值加入到对应的字表中。

由于待打包出版的源文档是有限的,而且总是基于某一特定的领域,因此需要将通用的词典库进行简化,使用的方法是首先统计通用字典库中每一个词在源文档中的出现频率,然后设定一个截取阈值,最后将低于阈值的词淘汰,将剩下的高于阈值的词构成随数据库出版的专用词典库。

检索词索引库采用向量空间模型构建。向量空间模型是 Salton 等人在 20 世纪 60 年代末到 70 年代初期提出并发展起来的,近年来的实践证明它是一种较好的信息检索模型。在待打包出版的源文档中,各词条在不同内容的文档中所呈现出的频率分布是不同的,因此可根据词条的频率特性用统计方法进行特征提取,建立检索词索引库。文档中词条的重要性正比于词条的文档内频数,反比于训练文档集中出现该词条的文档频数。由于 XML 语言不但可以表示文档的显示格式,而且可以表示文档的内容,在本文第二节中,我们建立了文档的结构模型,由于同一个词在文档的不同区域对概括本篇文档的能力是不一样的,因此在统计词条出现频数时要考虑词条在文档中的区域,我们采用不同区域赋予不同权数的方法来处理这个问题。

智能检索过程就是用户与检索程序不断交互并且逐步逼近检索结果的过

程。检索过程如下：

设多媒体数据库中的记录集  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ ,  $n$  表示记录的数量, 检索词索引库中的索引词数为  $k$ , 记录的空间向量  $D_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ik}), i = 1 \dots, n$ , 用户查询所对应的向量  $D_s = (d_{s1}, d_{s2}, \dots, d_{sk})$ 。

通过单字检索过程得到初检记录集  $D' = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ , 其中  $k \leq n$ 。

计算查询与初检记录集  $D'$  中记录的相似度, 并将计算结果按相似度从大到小的顺序排列, 计算公式为:

$$\text{相似度 } B(D_s, D_i) = \frac{\sum_{k=1}^n D_{sk} \cdot D_{ik}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (D_{sk})^2 \cdot \sum_{k=1}^n (D_{ik})^2}}$$

用户在结果集中选定满意度高的记录  $D''$ , 计算的  $D''$  与记录集  $D'$  中文献的相似度, 并将计算结果按相似度从大到小的顺序排列, 重复这个过程直到用户满意。

生成的结果记录集采用多维文档立方体的形式进行显示, 用户能够从多个角度观察文档资源的各个特征, 了解包含其中的信息内涵。同时, 用户还可以使用切片、切块等多维分析手段对检索结果集进行立体分析。

## 系统的结构

系统的结构如图 7.4 所示, 由四个部分组成。在这个结构中, 参数库是最

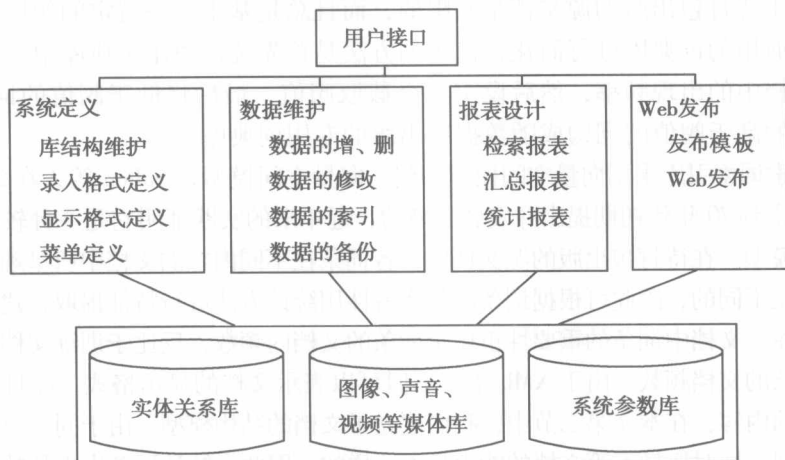


图 7.4 农业多媒体信息管理与发布系统结构

主要的部分。在参数库中存放的是某种特定数据库的基本信息，参数库中内容的调整是通过系统定义这个模块来完成，而数据维护和相关报表设计模块则通过参数库对实际的数据库进行操作。

## 系统的主要功能与使用方法简介

### （一）系统主要功能

农业多媒体信息管理与发布系统提供了五大功能：

数据表建立与数据字典维护；数据维护；数据 Web 发布模板管理；用户权限管理；使用情况分析等功能。

### （二）系统的安装与配置

打开《多媒体信息管理与发布系统》安装文件包，选中 MDBTsetup. exe 单击安装程序，弹出一个安装界面，如图 7.5 所示：

单击《下一步》进行安装，按照安装向导的提示逐步操作，直至单击《完成》按钮进行知识编辑器的文件拷贝，完成安装工作。

由于《农业多媒体信息管理与发布系统》是针对农业网站数据库信息进行管理和发布的系统，因此，在系统安装成功后，还须修改 IIS 服务器的配置和设置数据库的 ODBC，才能使系统正常运行。IIS 服务器和 ODBC

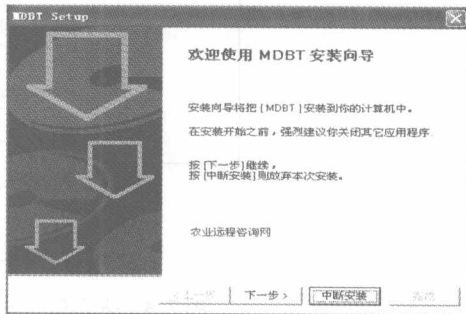


图 7.5

数据源的配置是 Windows 操作系统管理工具中的两个功能，可在网站创建向导和 ODBC 数据源管理器的提示下完成。

注意，在设置网站目录时，须将主目录的路径设置成与《农业多媒体信息管理与发布系统》的文件安装目录一样，例如，《多媒体数据管理与发布系统》的文件安装在“d: \ mdbt”目录中，那么设置网站目录时，就选择“d: \ mdbt”，如图 7.6 所示。在“创建新数据源”对话框中，在“数据源名”中，必须输入指定名称“Pairs”和选择本地数据库，如图 7.7 所示。

《多媒体信息管理与发布系统》是一个绿色软件，所有的程序和 DLL 文件都在所安装的目录中，如果不需要这个编辑器，删除该目录下的所有文件就可

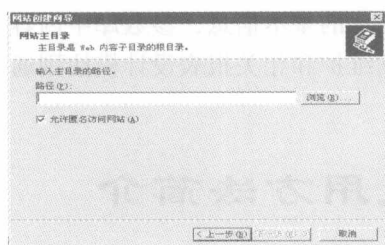


图 7.6

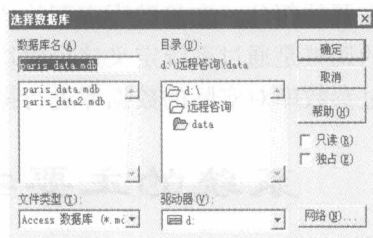


图 7.7

以了。

### (三) 系统的应用流程

假设我们开发一个功能为“人事信息发布”的网络化的人事信息发布系

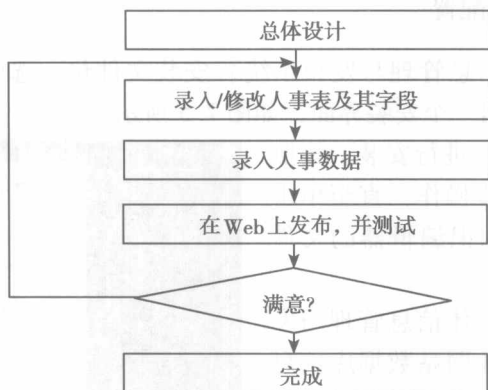


图 7.8 人事信息发布系统开发流程示例

统，其中人事信息包括有：姓名、年龄、工作单位、主要业绩等。系统的开发流程如图 7.8 所示。

#### 1. 系统登录

如果《农业多媒体信息管理与发布系统》已经正确安装，那么在浏览器上输入你指定的 Web 地址，就能够进入系统登录界面。例如：<http://127.0.0.1/mdbt/index.asp>（假定已经将《多媒体数据管理与发布系统》安装到名为 MDBT 的虚拟目录中）。如图 7.9 所示。

正确输入用户名和口令，就进入到系统界面。如图 7.10 所示。

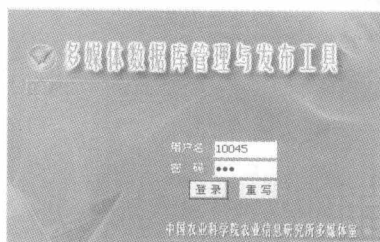


图 7.9

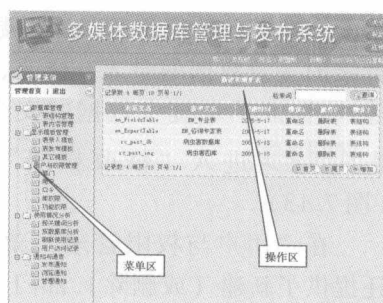


图 7.10

## 功能区说明

功能区	使用说明
【菜单区】	展示系统所具有的功能，通过菜单来选择并执行某项具体功能
【操作区】	是系统的主操作区，所有的操作信息都显示在这个区，供用户使用

## 2. 数据表建立与数据字典维护功能

在“数据库管理——>表结构管理”菜单中，我们可以实现对数据表名称的定义、数据表结构的建立、数据表结构的修改以及数据表名称的重命名和删除数据表的操作。

以人事信息表为例：选择“数据库管理——>表结构管理”菜单，单击 **增加**，输入想要添加的表名称（图 7.11）。一张新的人事表就已经注册成功，单击 **表结构** 来增加（或修改）表的结构信息。例如依次增“年龄”、“工作单位”、“主要业绩”这三个字段的信息，完成操作后，就完成了人事表的定义（图 7.12）。

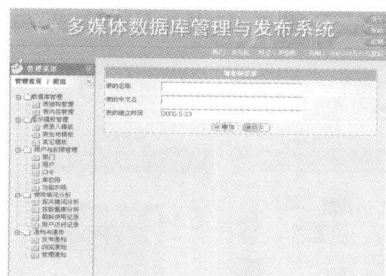


图 7.11

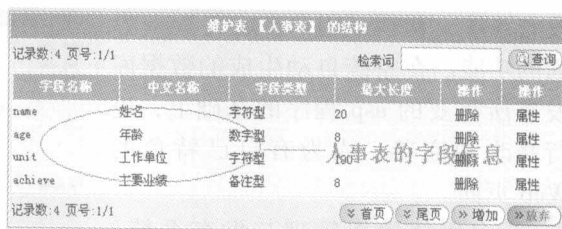


图 7.12

## 3. 用户权限管理功能

在“用户与权限管理——>库权限”菜单中，我们可以实现将数据表定义



给不同身份的数据管理员来对数据进行维护（及数据的录入、修改、删除等），保证了系统中数据的安全。单击 **权限修改** 进入“修改权限”界面（图 7.13）。

在“用户与权限管理”菜单中，还提供了新建（或删除）部门、新建（或删除）用户、用户口令管理以及系统功能权限设置等功能，保证了系统在网络上的安全性。

#### 4. 数据维护功能

完成了数据表和结构的定义，系统就能够自动生成表的录入格式，被授权的用户就能够对数据进行维护了。

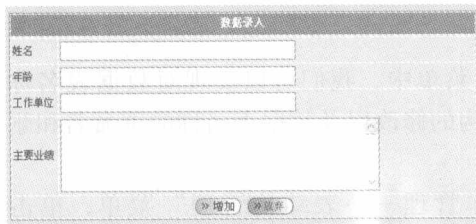


图 7.14

来确认是否真正删除该条数据。

#### 5. 数据 Web 发布模板管理功能

由于不同的用户要求的 Web 界面是不一样的，因此《多媒体信息管理与发布系统》提供了用户自定义 Web 界面的功能。在系统自动生成的数据库发布所需要的 asp 程序的基础上，进行修改和完善，成为有自己特色的 Web 页面。

《多媒体数据管理与发布系统》生成的 asp 程序有一个特点，就是程序逻辑和 Web 页面是分开的，程序逻辑部分放在后缀是“asp”的文件中，

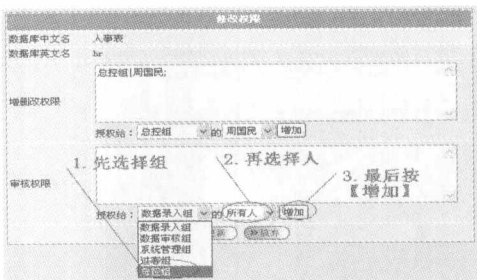


图 7.13

在“数据库管理——表内容管理”菜单中，被授权的用户可以对数据表中的数据进行录入（增加）、修改以及删除操作。例如选择 **录入** 进入“人事表”的录入界面来录入数据（图 7.14）。选择“修改”进入“人事表”的修改界面来修改数据。选择“删除”进入“人事表”的删除界面



图 7.15

Web 页面的部分放在后缀是“html”的文件中。所以，如果用户仅仅需要重新美化 Web 页面，则仅仅需要修改后缀为“html”的文件。例如：选择“显示模板管理——表发布模板”，进入数据库发布接口生成界面（图 7.15）。

设定程序发布的名称，选择要发布的表，以及主显示字段，和表的发布类型，输入这些信息后，按 **生成接口程序** 就完成相应程序的生成。以刚才的人事表为例，我们输入如下信息：

程序名称	test
要发布的表	人事表 (hr)
主显示字段	姓名
表的发布类型	次页中发布

按 **生成接口程序** 就完成了人事表的发布程序的生成，界面如图 7.16 所示。

《多媒体数据管理与发布系统》生成的发布程序放在 aspcode 目录下，程序的命名规则是刚才输入的程序名“test”+“dbmainXXX. asp”或者“test”+“dbmainXXX. html”。

发布程序生成以后，就可以进行测试，只要在浏览器输入下面的地址：

http://yourURL/webapp/aspcode/testdbmain. asp，即可测试发布效果了（图 7.17）。

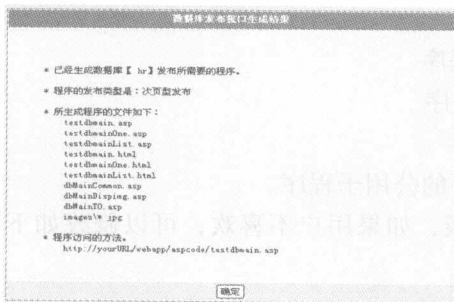


图 7.16

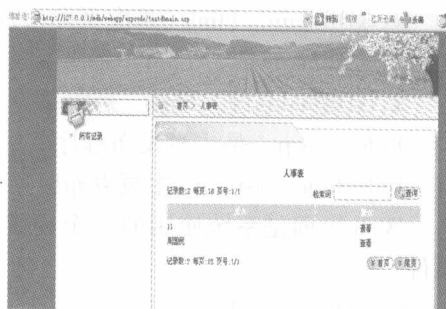


图 7.17

这里需要说明的是，yourURL 等于你启动《多媒体数据管理与发布系统》的 URL 地址。例如，将《多媒体数据管理与发布系统》安装在 IP 地址为 168.192.2.3 的虚拟目录为“mdb”下，那么你访问《多媒体数据管理与发布系统》的 URL 是：



http://168.192.2.3/mdb/index.asp。因此上面所说的地址就应该是：

http://168.192.2.3/mdb/webapp/aspcode/testmain.asp。

生成的程序目录如图 7.18 所示。

名称	大小	类型	修改日期
images		文件夹	2005-7-18 14:27
dbMainCommon.asp	3 KB	Active Server Page	2005-7-18 11:10
dbMainDispimg.asp	1 KB	Active Server Page	2005-7-18 11:10
dbMainTO.asp	5 KB	Active Server Page	2005-7-15 17:49
index.asp	1 KB	Active Server Page	2005-7-15 15:31
indexfunc.asp	3 KB	Active Server Page	2005-7-15 15:31
testdbmain.asp	2 KB	Active Server Page	2005-7-18 14:49
testdbmainList.asp	6 KB	Active Server Page	2005-7-18 14:49
testdbmainOne.asp	3 KB	Active Server Page	2005-7-18 14:49
testdbmain.html	5 KB	HTML 文件	2005-7-18 14:49
testdbmainList.html	3 KB	HTML 文件	2005-7-18 14:49
testdbmainOne.html	2 KB	HTML 文件	2005-7-18 14:49

图 7.18

其中：

images 子目录中存放的是所有图形文件。

dbmainCommon.asp 是公用子程序，不是每次生成，但是运行是需要

dbmainDispimg.asp 是公用子程序，不是每次生成，但是运行是需要

dbmainTO.asp 是公用子程序，不是每次生成，但是运行是需要

xxxxDBmain.asp 是次页发布程序的主程序。Xxxx 代表用户自定义的程序名

xxxxDBmainOne.asp 是次页发布程序

xxxxDBmainList.asp 是次页发布程序

xxxxDBmain.html 是次页发布程序

xxxxDBmainOne.html 是次页发布程序

xxxxDBmainList.html 是次页发布程序

Index.asp 是主页发布程序

Indexfunc.asp 是主页发布时所需要的公用子程序。

Web 页面是系统使用的一个内置模板，如果用户不喜欢，可以修改如下文件：

xxxxDBmain.html

xxxxDBmainOne.html

xxxxDBmainList.html

## 6. 使用情况分析功能

这个模块是一个比较特殊的模块，这个模块应用需要在用户网站的程序上加入一些特殊的接口程序，才能实现。使用情况的分析包括：关键词分析、按数据库分析、刷新使用记录、用户访问记录。



特殊的接口如下：

访问记录的程序：

```
szSql = " insertintog_ blog_ uservisit (username, ip, visittime) values (" ;
szSql = szSql + "'" + szUserName + "'" + " , " ;
szSql = szSql + "'" + Request. ServerVariables ( " REMOTE_ ADDR " )
+ "'" + " , " ;
```

```
szSql = szSql + "'" + Date ( ) + "'" ;
```

```
szSql = szSql + " ) " ;
```

```
oConnection = Server. CreateObject ( " ADODB. Connection " ) ;
```

```
oConnection. Open ( " ODBC 名称 " ) ;
```

```
oRecordset = oConnection. Execute ( szSql ) ;
```

```
oRecordset = null ;
```

关键词的程序：

```
szSql = " insertintog_ blog_ keycount_ b (keyName) values ( " ;
```

```
szSql = szSql + "'" + szKeyValue + "'" ;
```

```
szSql = szSql + " ) " ;
```

```
= Server. CreateObject ( " ADODB. Connection " ) ;
```

```
oConnection. Open ( " ODBC 名称 " ) ;
```

```
oRecordset = oConnection. Execute ( szSql ) ;
```

```
oRecordset = null ;
```

数据库访问次数的程序：

```
szSql = " insertintog_ blog_ dbcount_ b (DBName) values ( " ;
```

```
szSql = szSql + "'" + szDatabaseName + "'" ;
```

```
szSql = szSql + " ) " ;
```

```
= Server. CreateObject ( " ADODB.
Connection " ) ;
```

```
oConnection. Open ( " ODBC 名称 " ) ;
```

```
oRecordset = oConnection. Execute
( szSql ) ;
```

```
oRecordset = null ;
```

使用这些就可以记录下数据表被访情况、关键词使用情况和用户访问情况。要查看

这些报告，需要先选择“使用情况分——刷新使用记录”功能。然后，就可以查看最新的使用日志（图 7.19）。

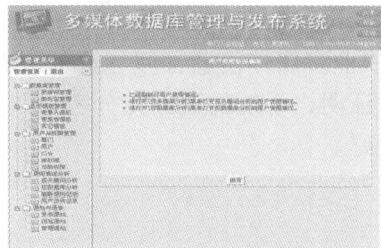


图 7.19



## 系统的特点与应用情况

农业多媒体信息管理与发布系统具有三大特点:

- 实用性。系统采用 HTML 页面作为编辑单元,最大限度地满足实际需求,提供自动维护的技术和手段,并采用多媒体技术、XML 技术、ASP 技术等建造系统,图文并茂,通俗易懂。

- 先进性。采用自行研发的通用信息发布系统,具有 Internet 维护接口,用户无需编程和网页制作,就能轻松发布多媒体数据。

- 适应性。用户无需编程,系统具有自适应的功能,用户针对自己的应用,方便地增加新的数据库,并能够在线维护数据库中的内容。

- 严密的工作流程。系统采用严密的工作流程,多媒体数据的录入、修改、删除、入库、审核、发布由系统统一管理,不同权限的用户完成工作流程中的不同环节,保证数据的正确性。

- 界面美观、使用方便。用户可以在任何时间、任何地点进行信息的发布、管理和维护。系统支持多种类型、多个站点的管理与发布,无论是局域网、互联网,仅需一套系统即可完全部署,方便资源共享,降低系统成本、减少维护量,提高工作效率。

农业多媒体信息管理与发布系统已经在实际农业多媒体信息的管理中发挥了应有的作用。2002 年开始,我们在国家“863”项目“网络化实时农业远程诊断模型与交互式关键平台技术研究”的支持下,通过田间实地考察,系统地收集和整理了大田作物病虫害数据,建立起 800 多种病虫害的信息库,其中包括水稻病虫害 398 种,小麦病虫害 149 种,玉米病虫害 105 种,棉花病虫害 93 种,各种病虫害图片近 2 万张。其中关系型描述数据的内容包括病虫生物学知识、生态学特征知识、危害症状知识、综合防治知识等,项目组就采用“农业多媒体信息管理与发布系统”来管理这批数据,取得了良好的效果,实践证明,系统的设计充分考虑了农业多媒体数据管理的需要,系统整体性能良好。

## 八、农业远程培训平台

目前,我国农业与农村经济发展出现了两个历史性转变:一是农业发展进入新阶段,农产品供求格局发生了历史性转变,二是我国加入世界贸易组织后,农业与农村经济发展的外部环境发生了历史性转变。这两个转变要求必须把农业发展真正转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。农民是农业生产和农村建设的主体,农民的科技文化素质与国民经济发展和科技进步息息相关。有关调查显示,农民的收入水平与其科技文化素质呈明显的正相关。农村劳动力科技文化素质低下,不仅直接影响农民的经济收入,也严重制约农业劳动生产率的提高,影响国民经济和社会的可持续发展。我国农村目前的科技现状和培训水平与实现农业现代化的目标差距很大,开展与农业有关的现代信息技术培训时,师资、教材、场所等培训资源也明显不足。随着农业新技术的大量应用,指导农民学技术、用技术的工作越来越繁重,但农业专家的数量与农村经济的发展和农民的需求相比有很大差距。如何发挥现有专家的智慧 and 潜力,成为当前农业急需解决的问题之一。另一方面,我国农业生产模式是以家庭为基本生产单位的小规模经营为主,现有的农村培训服务方式及力量无法向众多分散的用户提供服务,这直接影响了农村培训的成本和规模。因此,要增加农村的培训机会,短时间、快速度、大批量地提高农村劳动者的文化素质,必须寻求适应我国农村特点的新型培训形式。面对农业新形势,培训新需求,通过农业远程培训平台,利用多种媒体传递培训信息,不仅可以满足农民对培训的需求,还可以进行农业科技的推广培训、开展农业技术咨询,市场信息发布等多种形式的信息服务工作,对全面提高农民科技文化水平,实现对农民的素质培训和终身培训,促进农业和农村经济结构的战略性调整,增加农民收入,全面建设小康社会具有较高的实践价值。

农业远程培训平台是中国农业科学院农业信息研究所多媒体技术研究室经过深入调研,根据农村地区现状及实际需求开发的应用软件系统,本章从我国现代远程教育发展概况,我国农业远程教育现状与资源,发展农村现代远程教育需要解决的问题,现代远程教育在中国农业现代化中的作用等几个方面,分析了开发农业远程培训平台的重要性及必要性,并从系统的设计思路、结构与功能、特点及未来展望几个方面进行详细阐述。



## 农业现代远程教育综述

当今时代,信息技术日新月异,知识经济迅猛发展,市场竞争日趋激烈,特别是我国加入 WTO 以后,经济迈向全球化,竞争步入国际化。作为我国最大的人口群体——农民,要在全球经济竞争中站稳脚跟,必须要提高科技水平,把握市场信息,增强竞争能力。然而,要提高我国人口众多、居住分散的农民整体素质和生产力水平,必须要充分开发利用媒体网络资源,采取现代远程教育和信息服务。加快农业远程教育网络建设,促进网络、信息和教育资源的开发利用,是“三农”教育的需要,也是社会发展的必然趋势。

### (一) 我国现代远程教育发展概况

现代远程教育已成为国际教育发展的共同趋势,目前世界上已有 100 多个国家和地区开展了远程教育,其中起步较早而且发展较快的有美国、瑞典、韩国以及香港地区。在国外远程教育蔚然成风之际,我国远程教育也在迅速发展。

1994 年以来,中国教育和科研网 (CERNET)、中国科技网 (CSTNET)、中国公用计算机互联网 (CHINANET)、中国金桥信息网 (CHINAGBN) 四个全国性计算机互联网相继建成,并与国际互联网互联,这些计算机网络的建成,极大地改善了我国教育和科研领域的计算机信息基础条件,推动了基于卫星电视、计算机网络和多媒体技术的现代远程教育的发展。1998 年国务院批转了教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》,该计划中振兴教育的六大工程之一是“现代远程教育工程”。为实施这一工程,将“以现有的中国教育科研网和卫星视频传输系统为基础,进一步扩大中国教育科研网的传输容量和联网规模”并“继续发挥卫星电视教育在现代远程教育中的作用,改造现有的广播电视教育传输网络,建设中央站,进行部分远程办学点的联网改造。”目的是建立计算机网、卫星电视网、电信网组合,“天网”与“地网”协调的现代远程教育信息传输系统。

我国加入 WTO 以后,根据 WTO 服务贸易总协定,“教育服务”也被纳入服务贸易范畴。目前在 144 个 WTO 成员国中,有 40 多个国家和地区在开放教育市场协议上签字。据“服务贸易总协定”第十三条规定:除了由各国政府彻底资助的教学活动(如军事院校)以外,凡收取学费、带有商业性质的教学活动均属教育贸易服务范畴。它覆盖基础教育、高等教育、成人教育和技术培训,所有 WTO 成员国均有权参与教育服务竞争。根据 WTO 服务贸易总协



定的有关条例,成员国之间可以互相提供现代远程教育服务。可以预见,随着我国教育市场的缓慢开放,我国现代远程教育与世界远程教育的差距将逐渐缩小。

## (二) 我国农业现代远程教育的现状和资源

### 1. 我国农业现代远程教育的现状

农业是国民经济的基础,农业、农村和农民问题,是我国经济发展和现代化建设的根本问题。我国实现农业现代化需要完成两个根本转变:一是实现经济体制由计划经济向社会主义市场经济体制的转变,二是实现经济增长方式由粗放经营向集约经营的转变。要实现这两个根本转变,核心是提高农业的科技水平,而提高科技水平的关键在于教育,因为现代农业从本质上讲,是“科技农业”或“智能农业”,它的核心是科技。因此,要加快农业发展进程,必须走科技兴农之路,提高科技成果的转化率,而科学技术的普及推广与吸收应用要有教育做基础,即科技的关键在于教育。如何提高农村的科技教育水平有许多途径,其中远程教育是一个不容忽视的方面。

目前我国农村地区的文化程度与农村的经济建设所需是不相适宜的。但是,现代信息技术的发展为解决这一问题提供了选择。以网络技术为基础的现代远程教育进入我国以来,在高等学历教育、成人教育等领域发展迅猛,截止到2007年,国家教育部已批准67所大学通过远程教育方式招生办学,招生规模也在不断扩大。现代远程教育对于农民还是十分陌生的事物,运用先进的信息技术进行农业现代远程教育培训的信息服务很少。在我国,虽然近年来农村网络基础设施建设发展迅速,但仍然远远落后于城区。尤其是在一些山区农村,连接基层农民的数字信息服务还很薄弱,在网络用户中,农业劳动者所占比例甚小。而作为个体经营为主的农民更需要知识和技术,更需要广泛深入的培训和教育。从CNNIC近六年的12次调查数据看,在我国网民的行业分布和职业分布中农、林、牧、副、渔业的比重都略有上升,他们多在网上查找信息以及学习为主要目的,且对科教信息非常关注,而且还有上升的趋势。此外,从CNNIC所做的普通用户调查中可以认识到,我国网民对接受现代远程教育已有一定的心理准备,并且这一新型教育模式已经得到相当大比例的人群的认可。基于以上认识,经过详细分析、研究,将现代远程教育技术引入农业教育培训服务领域,建立农业远程培训服务平台是切实可行的。通过农业现代远程培训平台,不仅可以满足农民对教育培训的需求,还可以进行农业科技的推广培训、开展农业技术咨询,市场信息发布等多种形式的信息服务工作。





## 2. 我国农业现代远程教育的资源

在我国农村,开展与农业有关的专业技术教育,师资、教材、场所等教育资源明显不足,接受过农业技术培训的农民占从事农业劳动人员总数的比例极低。因此,要增加农村的教育机会,短时间、快速度、大批量地提高农村劳动者的文化素质,必须寻求适应农村特点的新的教育形式。

我国目前对于将现代远程教育应用在农村教育中尚处于摸索阶段,从专门从事农村现代远程教育的网站数量来看,虽然数量上每年都有明显增加,但内容基本大同小异,并且都是模仿大学远程教育的模式和方法,并没有真正和农业、农村、农民的实际需求结合起来。其中建设最好的是由中央农广校负责主持的中国农村远程教育网,它主要是通过分布全国各省市的农广校,采用广播、电视、录音、录像、VCD 光盘、书面教材以及互联网、卫星远程网等远程手段,面向“农业、农村、农民”,开展现代远程教育。它以中专学历教育为主,同时开展中等专业证书教育、绿色证书教育、实用技术培训、联办大专教育和中专后继续教育的远程教育服务。伴随改革而成立的电视大学、中央农业广播电视学校、燎原学校等远程教育形式,都不同程度上运用了电视、广播、录像、录音等多媒体技术,力求突破时空限制,大规模开展农村远程教育培训,并取得了积极的成果。

### (三) 我国发展农村现代远程教育需要解决的问题

#### 1. 农村现代远程教育的硬件问题

现代远程教育是建立在多媒体计算机、网络等硬件基础上的。一方面大多数农民买不起计算机,也就难以获取农业生产的新信息、新知识;另一方面普通农民难以支付上网费用。这是一个值得思考的问题。目前在硬件方面,我们需要解决以下两个方面的问题:

首先是计算机的配置。要实现现代远程教育,需要具有多媒体和网络功能的计算机,配置较高,再加上相应的配套设备,建设一个实用的计算机多媒体教育平台需要投入相当大的经费,不仅投资很大,运行和维修费用也比较大,使用和维护的技术要求也较高。我国是一个发展中的国家,经济基础较薄弱,各地区发展不平衡,用于教育的经费非常有限,这是当前广大农村地区面临的主要困难。

其次是上网问题。目前我国计算机网络已有一定基础,但发展很不平衡。传统的电话拨号方式无法满足现代远程教育传输多媒体信息的需要,需要进一步大力发展宽带网。另外,目前接入因特网、开办网站所需的专线连接、IP 地址等收费及上网费用较高,导致上网学习费用超过了在校学习的费用,



不利于农村现代远程教育的发展,从长远来看也不利于国家的发展与社会的进步。

## 2. 农村现代远程教育的软件问题

除了硬件上的困难外,软件上的困难也不能忽视。如何充分发挥计算机多媒体和网络技术在现代远程教育中的作用,真正实现“远程”和“交互”,还有许多问题需要解决。现有大部分远程教育课件的均是单机演示型的,而且难以摆脱传统教学思维的影响,不太适合远程教育的“交互”要求。应考虑充分利用因特网和 WWW、BBS 网上聊天等技术,提供实时文字甚至语音、视频交流的功能、留言和讨论的功能、测验功能,充分发挥计算机和网络的交互性,提高远程教育的水平。

## 3. 农村现代远程教育的人才问题

现代远程教育是随着计算机技术、多媒体技术、通信技术的发展而产生的一种新型教育方式,非常需要既对信息技术有深刻理解、又有深厚教育理论根基和丰富实践经验的复合型人才。而在中国最先从事现代远程教育的是 IT 界的人士,由于缺乏深厚的教育理论的指导和深刻的教育从业背景,他们对网络教育缺乏足够理性的思考,有的更多是投资和从业的激情。而教育界人士对 IT 这一新生事物也同样缺乏理性而深刻的认识。因此,我国当前极其缺乏对网络和教育均有深刻理解的复合型人才。

## 4. 农村现代远程教育的观念问题

现代远程教育在发展中受到观念的挑战,在 IT 技术与教育理论之间,多年来存在的鸿沟不仅没有解决,而且还越来越大。IT 技术人员很少能够从教育的角度去研发远程教育应用技术,而飞速发展的 IT 技术,也使得教育专家感到力不从心。教育专家和管理者必须转变观念,现代远程教育的教学组织形式、教学方法与教学手段不同于传统教育,要适应现代远程教育中“教”与“学”分离的教学组织形式;“黑板加粉笔”的传统教学手段将被现代远程教育的新手段新方法所取代;教育培训机构应着眼于培养学生自主学习、协作学习的能力;教会学生有效运用信息资源的能力。在现代远程教育环境中,教师必须提高自己运用现代信息技术的能力,掌握现代网络教育工具,学会开发和利用网上的教学资源与信息资源,由单纯的知识传授者,转变成为帮助学生动态探索新知识的设计者、指导者和合作者。

## (四) 现代远程教育是我国农村终身教育体系的首选

随着社会的进步,一次性教育为终身教育所取代,传统意义的学校已难以满足教育终身化的需要。特别是农业人口教育的空白点还相当多,正规教育远



远满足不了农业现代化对科技的需要、对高素质人才的呼唤。而远程教育顺应了教育终身化的潮流,以容量大、覆盖面广、花钱少、见效快的办学优势,有效地服务于农民终身学习,为“三农”问题的解决提供很好的思路,成为中国农村终身教育体系的首选。

一因覆盖范围广。远程教育网络化办学,向四周辐射,覆盖面很广,我国大陆地区除西藏外,均为远程教育网络所覆盖。它的网络优势,是面向基层、面向农村办学,为基层和广大农村培养人才,提高劳动者素质的物质基础,是其他任何形式的普通教育或高等教育都无法比拟的。它可以尽快的速度,尽可能大的范围,做到科教入户,大面积提高农村劳动者的科技文化素质和吸收运用科学的能力。

二因费用低、效率高。远程教育具有资源共享的优势,可以集中全国乃至世界上各学科优秀的学者专家讲课,电视台、电台等定时播放,条件发达地区可以随时收听收看,即使贫困边远地区和交通不发达地区也可受益。只要有录音电教设备就可以转录转播远程教育安排的实用新技术节目,组织农民收看。这样,农民不必交普通学校所交的费用,就可以学到技术。同时音像教材形象生动,简明直观的特点,使农民一看就懂,一听就会,一用就见效果。

三因更新速度快。随着全球信息高科技发展浪潮的掀起,各种科技信息技术迅速发展,日新月异。远程教育可以利用网络优势,将新的实用技术和变化的科技信息快捷地传播给农民,使农民知识更新得到保证。

### (五) 现代远程教育在中国农业现代化中的作用

首先,现代远程教育为“三色农业”培养科技推广人才。现代化农业可以分为三种,也可称作“三色农业”,包括传统的以农业水土为主的绿色农业,以开发微生物为主的白色农业,以利用海洋生物为主的蓝色农业。从事“三色农业”的农民大多缺乏系统的科技知识,更难懂先进的科学技术。现代远程教育可以为农村培养了大量的懂技术、会管理、留得住、用得上的“永久牌”新型农民科技人才,充实和加强了农技推广队伍,结合各地的实际,使“三色农业”中先进的科学技术得到及时推广和普及,促进了农村经济的发展。

其次,现代远程教育为乡村企业培养人才。在知识经济时代,国民素质的高低,掌握知识的程度,拥有人才的数量将决定一个国家,一个民族经济的发展快慢。科教兴国,基础在教育,关键是人才。许多国家的教育实践证明:远程教育可以实现大规模培养人才的梦想,可以提高学习效率,减少学习时间和成本,消除人们在学习中的空间和时间限制。迅速崛起的乡镇企业和村办企业

是农村经济的重要组成部分,为经济的腾飞增添了活力。但由于乡村企业专业技术人员匮乏,职工文化素质、科技水平过低,阻碍了企业的继续发展。乡村企业要发展,必须加快培养人才。职工素质的提高,技术力量的加强,为企业经济注入了可持续发展的活力。乡镇企业职工素质在近几年来的大幅度提高,与远程教育的普及是密切相关的。今后要继续提高乡镇企业职工素质,现代远程教育仍是最可行、最省钱的第一选择。

再次,现代远程教育为农村剩余劳动力的转移做准备。随着科学技术的进步及其在生产中的应用,产业结构不断调整,资源不断重组,工作岗位不断变化。这就要求广大农民不断调整知识结构,不断地学习新的知识,不断地适应变化了的新环境。我国人多地少,农村剩余劳动力很多。农村剩余劳动力的转移,是农村经济发展的必然结果。远程教育在农村的发展一方面提高了农民的科技文化水平,实行了“科技农业”和“智力农业”,另一方面又提高了剩余劳动力的文化素质,帮助他们完成从农业到非农业的转移。转移的途径有两个:一是“离土不离乡”转移到乡镇企业,二是“离土又离乡”转移到大中城市。

现代远程教育在农村开展的各种层次的职前教育,不仅为乡镇企业培养了合格人才,而且帮助那些已经转移或即将转移到城市的农村剩余劳动力提高了文化素质,学得一技之长,为其离开土地后的生存和发展注入了新的动力。总之,现代远程教育在中国农业现代化中的作用是多方面的,是其他任何形式的教育都无法取代的。我们只有充分利用农村现有的现代远程教育资源,加强它们之间的联系和沟通,加大对远程教育的信息技术投入,才能培养出更多的适应农业现代化需求的高素质人才,争取早日实现农业现代化。

最后,现代远程教育为农民提供终身学习的机会。知识经济时代是一个学习化的时代,联合国教科文组织国际教育发展委员会1972年出版的《学会生存——教育世界的今天和明天》一书中特别强调两个基本观念:终身教育和学习型的社会,并“建议把终身教育作为发达国家和发展中国家在今后若干年内制订教育政策的主导思想”。该书指出:“学校教育不应被看作教育的终点,而应被视为整个教育活动的组成部分。教育活动既包括制度化的学校教育,也包括校外教育。有一部分教育应该是不拘形式的,并应作为一种灵活多样的方式所取代。”现代远程教育满足农村各类求学者的终身学习的需要,为农民提供了终身学习的机会,从而为建立学习型社会提供了条件。

## 农业远程培训平台概述

随着信息技术和网络技术的迅猛发展,利用网络作为载体进行农业远程培训,为开展农业科技培训和传播提供了新的手段。在已有项目研究的基础上,课题组已初步具备一定的基础设施、培训内容等各种资源。通过深入基层了解农民实际需求,整个系统开发思路始终围绕提高农民科技水平、帮助农民迅速了解市场经济信息,提高适应市场的能力、改善和丰富农民文化生活,并且充分考虑农民适应远程培训的学习能力和操作能力总体水平低、个体差异大、地域分散等特点,在系统软硬件环境的设计上,采用卫星电视网和互联网相结合的天地合一的通信网络以及多媒体终端设备为硬件支撑环境,丰富完整的培训资源构成了远程培训的软件系统。以构建一个开放型、多功能、覆盖广、高质量的现代远程培训系统为最终目标。整个系统设计采用 B/S 结构,界面友好,操作简单。系统包括视频在线点播、专家在线授课、用户自主学习、专家答疑、虚拟农业图书馆等功能,具有完整性、实用性、交互性、同步性、先进性、开放性等特点。农民可上网点播视频课程,根据自己生产需要自主学习,并及时将所学技术用于生产,无需专家亲临现场指导。通过先进的通讯设备,使不同地点的农民与专家之间实现面对面的交流,进行讲授、提问、答疑和讨论。农业远程培训平台的开发,把农业培训与现代网络技术相结合,最大限度地发挥了专家的作用,使农民和农业专家通过网络面对面交流,解决生产中的实际问题,有效解决了农民和专家见面难的问题。农民学习也不受时间、空间和地域的限制,为以农民为中心的新培训模式做出了强有力的技术支撑,对促进“三农”问题的解决,加快农村经济发展起到了积极作用。

## 农业远程培训平台总体设计

### (一) 实现方式选择

农业远程培训平台是建立在网络技术和信息技术之上的,而利用现代各种技术、媒体和网络资源建立起来的农业远程培训平台是要将教与学有效的结合起来,把各种资源有效的利用起来。现阶段,我国已经建立的远程培训平台主要有三种:基于卫星广播与地面网相结合的解决方案;基于有线电视网的宽带广播系统解决方案;基于公共电信网的解决方案等。鉴于目前我国农业信息基础设施还不很完善的实际状况以及系统价格的考虑,农业远程培训采用数字卫



星广播和计算机互联网相结合的混合方式。

因为仅仅利用卫星实现双向传输造价太高,而单纯的计算机网络传输带宽又不能满足要求。在这种混合方式中,课程通过卫星电视向全国播放,远程站异地接收,同时也可以利用卫星信道将课件高速下载到远程站的计算机服务器,从而建立起 Internet 空中通道。视频和音频信号采用数字压缩编码方式极大地减少图像信号传输时所占用的信道频带宽度,从而降低各方面的投资,尤其是对频道的占用费。非课堂环境下的培训环节(如在线咨询)和远程培训管理等功能可以通过计算机网络实现。这种双向的计算机网络弥补了单向卫星广播的不足。而且这种模式使贫困地区、边远地区以及其他光纤暂时无法连接到的地区的学习者提前接触到 Internet,感受信息时代的气息,并利用空中 Internet 学习。对于目前能接入 Internet,但地面通信系统频带过窄、传输速率太慢的广大农村地区,也可利用卫星通道下载海量的 Internet 网站信息,用地网上传信息量较小的上行信息,构成天地合一的信息网络。农业远程培训平台实现方式图如 8.1 所示。

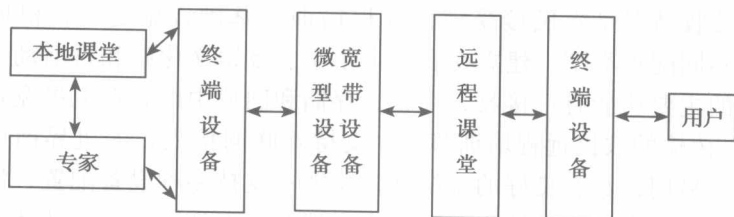


图 8.1 农业远程培训平台实现方式

## (二) 系统总体结构

农业远程培训平台由前端播出系统、终端接收站点、辅助培训网络系统、培训课件资源库系统、信息管理系统等部分组成。其平台拓扑结构如图 8.2 所示。

### 1. 前端播出系统

按照农业远程培训的教学计划,共享中心资源库,播出相应的教学内容。依托中国教育卫星宽带传输网,在中国教育电视台现有技术设备基础上进行改造,开通农业远程培训卫星数字专用频道,通过卫星播出。主要功能有:支持基于 DVB 方式的数据信息播出;符合电视播出标准,使用开路方式播出;播出信号覆盖到乡镇、村;管理播出节目资源;实现与中心资源库的数据传输;保证数据传输流的安全。

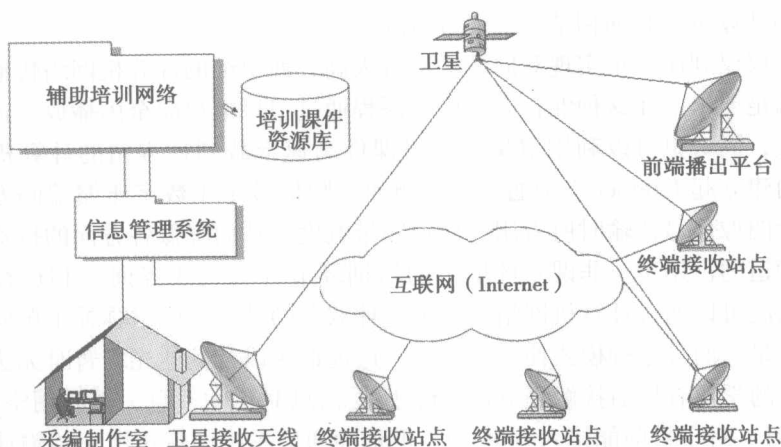


图 8.2 农业远程培训平台拓扑结构示意图

## 2. 终端接收站点

终端接收站点是农民接受现代远程培训的基础设施之一，根据实施条件，选择不同配置类型，建立在农村中小学、乡镇文化站和村活动室。终端接收站点的主要功能有：接收、播放、存储和回放中国教育卫星宽带传输网（CEBsatsat）传输的农民远程培训节目；支持互联网接入；人机界面可操作性好、简单、易用；具有良好的系统恢复功能；支持多种设备配置，满足不同的使用要求；在有条件的地方，可接入当地有线电视网，收看转播农民远程培训节目。

## 3. 辅助培训网络系统

辅助培训网络系统主要依托互联网和有线电视网，通过中心网站、辅助电视栏目培训，实现常规远程培训的相关功能。辅助培训网络系统拓扑结构如图 8.3 所示。

中心网站是农业远程培训的门户网站，支持远程培训功能，是培训辅导、信息发布的平台。中心网站在安全体系下与中心资源库、信息管理系统进行信息交换，构建一个完整的网络环境。

### (1) 网络架构

网站由 Web 服务器集群、数据库服务器集群、邮件服务器、资源服务器、视频点播服务器、视频交互服务器、DNS 服务器、FTP 服务器、信息管理服务器、磁盘阵列、SAN、核心交换机等部分组成。网站托管在中国电信 IDC 机房，架设专用光纤与中心总站采编制作室相连，网站通过防火墙向互联网发布，网站网络架构如图 8.4 所示。

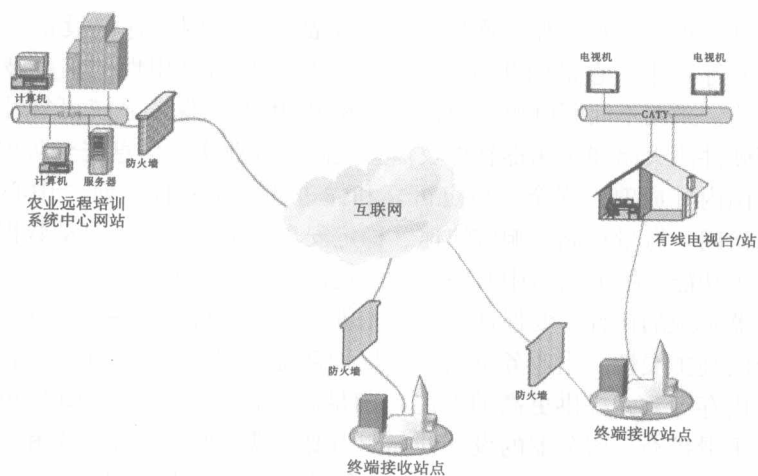


图 8.3 辅助培训网络系统拓扑结构

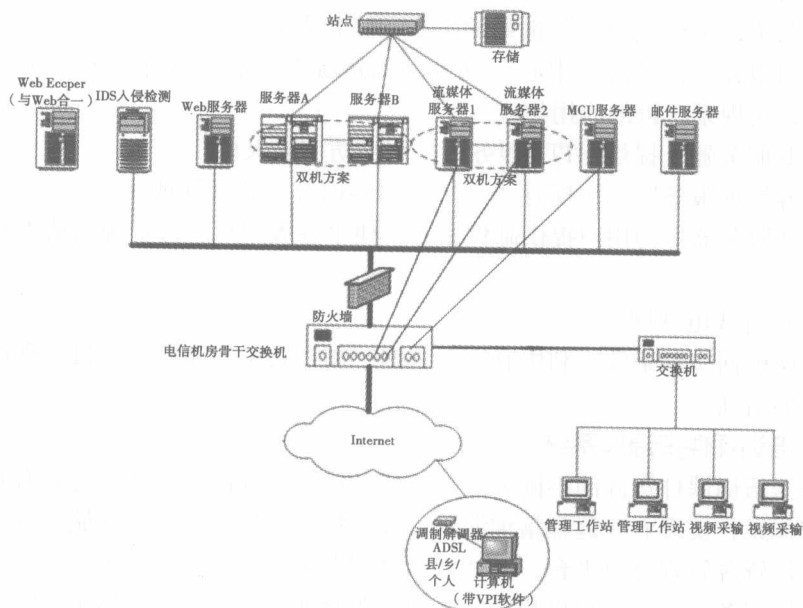


图 8.4 中心网站网络架构图

## (2) 服务器系统

中心网站建立一个存储区域网络 (SAN)。它通过光纤交换机把两个或更多的存储系统连接到两个或更多的服务器上, 这些服务器以集群 (Cluster) 方





式工作,且仅担负监督工作,而所有的数据都集中在网络存储设备(磁盘阵列、磁带库等)中。它采用并行处理、负载均衡和高可用性的集群技术保证系统的性能。采用不间断电源、数据备份及 RAID 5 来保证系统可靠性和可用性。采用硬件防火墙和防病毒软件及信息监测软件业实现信息安全防护。系统软件选用国内外成熟、安全、稳定可靠和先进的系统软件,使“中心”网站具备高速访问、海量存储、响应快速、稳定安全、维护简便、自动数据备份和灾难恢复等功能。服务器由中心站点统一建设,统一管理。

服务器系统的设计,要保证实用、先进、可靠、高效、易用、安全,同时考虑系统的高扩展性。当业务量增加或增加新业务时,服务器能以增加节点、处理器、内存等方式提供更高的性能来满足新的需求,并支持 CPU 板的升级和节点的平滑扩充。服务器的设计处理能力要求满足所有相关应用和规模的需求,并考虑整体系统的开销及应用切换时性能余量,考虑合理的性能冗余。服务器系统平台能满足大量用户上网使用服务的要求。该系统包括:

数据库服务器:应用系统中所有数据资源和信息的管理中心。运行关系型数据库系统,实现“中心”网站的数据存储和服务。

应用服务器:提供“中心”网站培训资源库、信息管理系统等应用的逻辑处理,实现系统级的应用集成。

Web 服务器:提供 HTTP 服务,是用户访问的入口。

内容管理服务器:实现对“中心”网站内容的调度管理。

邮件服务器:为用户提供邮件服务,便于各级用户进行资源的请求和信息交流。

### (3) 有线电视网

各地根据实际条件,利用有线电视网,创办农民辅助培训栏目,利用电视节目开展培训。

## 4. 培训课件资源库系统

根据培训课件资源的不同分布、归属、格式、载体等属性,建立有效的资源管理体系,实现农业远程培训课件资源收集、整理、加工、存储、管理和服务。提供资源管理支撑平台,包括素材管理系统、课件制作系统、资源检索系统、资源服务系统,并提供相关的培训资源交换接口,向前端播出系统和辅助培训网站提供 IP 数据广播节目、电视广播节目、语音广播节目和辅助培训内容。

## 5. 信息管理系统

信息管理系统的功能涵盖了农业远程培训工作的业务管理要求,实现方式采用 B/S 方式,进行不同层次的信息管理,支持用户管理、培训教务管理、



培训效果评估等功能。

### （三）系统层次结构

农业远程培训平台的层次结构由基础设施层、资源层和应用层三部分组成。其层次结构如图 8.5 所示。

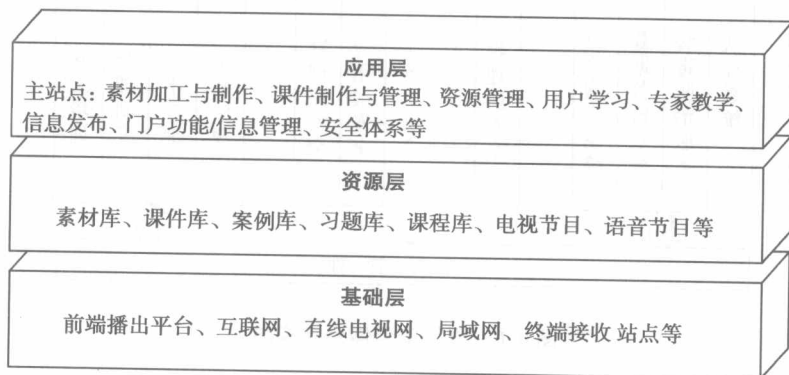


图 8.5 系统层次结构图

基础设施层包括中心站点、互联网、局域网、服务器系统、终端站点等，它们构成农业远程培训的平台。

资源层主要由各类素材库、课件库、习题库、案例库等资源库组成。资源层中的各类资源，集中存放在中心站点培训资源库。

应用层是农业远程培训逻辑应用系统的集合。包含农业远程培训的培训支持平台、资源支撑平台、信息管理平台，实现农业远程培训工作中的培训、教务、资源制作与管理、培训评估、信息管理等业务要求。

### （四）信息安全体系设计

农业培训系统中心网站的安全设计是要构造一个可靠的网络安全体系。网络安全体系结构主要考虑安全对象和安全机制。安全对象主要有网络安全、系统安全、数据库安全、信息安全、设备安全、信息介质安全和计算机病毒防治等，其安全体系如图 8.6 所示。

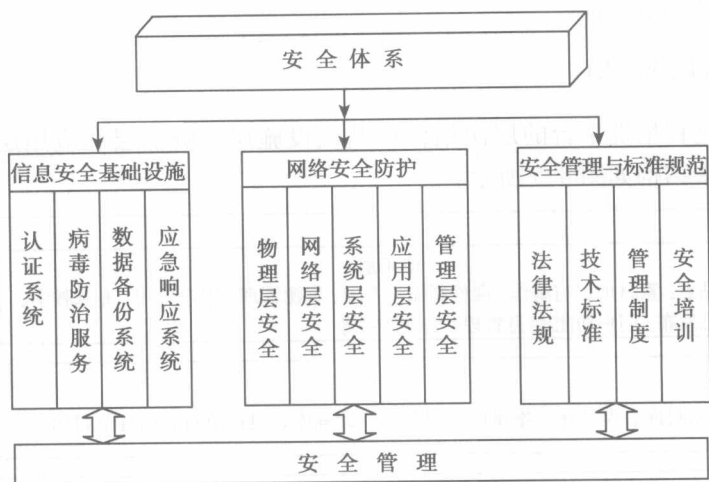


图 8.6 网络安全体系结构图

## 农业远程培训平台详细设计

### (一) 设计原则

农业远程培训平台的设计不是一个单纯的技术问题，仅仅从计算机技术和通信技术角度出发，单纯注重系统功能的完备性不是一条合理的设计思路，还必须与农业需求的实际情况相结合，以大量的农业资源库和数据库为支撑，才能满足农业远程培训的需要，本系统在设计过程中依据以下设计原则：

- 系统性原则。农业远程培训平台的设计开发是一个系统工程，各支撑子系统之间关系密切，数据信息相互交错、共享。因此，我们在系统开发设计初期，就对各个子系统的功能进行分类，并分别对各个子系统从整体上进行可行性分析、规划、设计，确保各子系统的数据信息同步，避免有关功能模块重复开发。

- 发展性原则。从纵向看，农业培训系统的建设会一直伴随着网络培训的发展，我国网络培训的模式和发展方向还在不断摸索之中。因此，我们在设计与开发培训系统时，充分注意系统的灵活性、可扩展性和易维护性，使系统能很好地适应形势的变化和发展。

- 实用性原则。农业远程培训平台的开发目的是为了让其在农业培训及其管理过程中得到充分应用。因此，为保证系统的高度实用性和可用性，用户、

多媒体素材制作人员与管理人员参与整个设计开发过程,尽量设法在技术开发上满足培训及管理的实际要求,避免为技术而开发,技术实现与培训需求脱节等情况。

- 重前期原则。在农业培训系统设计的需求调研过程中,研究人员深入农村基层,详细了解农村培训需求,从培训模式、功能模块,到数据库、具体操作方式的分析、设计和研究,都进行了深入研究探讨,确保系统易用实用。

- 安全性原则。采取各种措施,确保安全运行,防止系统被攻击、数据被损坏等情况的发生。

## (二) 前端播出系统

前端播出系统按照农业远程培训平台的培训计划,依托中国培训卫星宽带传输网,在中国培训电视台现有技术设备基础上进行改造,开通农业远程培训卫星数字专用频道,包括 IP 数据广播频道、电视广播频道和语音广播频道,共享中心资源库,通过中国教育卫星宽带传输网 (CEBsat),向终端接收站点分别传送 IP 数据节目、电视节目和语音节目。在前端播出系统中,IP 数据通过 IP 数据广播系统经打包后进入复用器。电视节目和语音节目分别通过电视播出系统播出和语音播出系统播出,经过 MPEG-4 编码、统计复用,再与 IP 打包后的信号二次复用,经调制和光缆传输送往卫星上行站。前端播出系统的组成如图 8.7 所示。

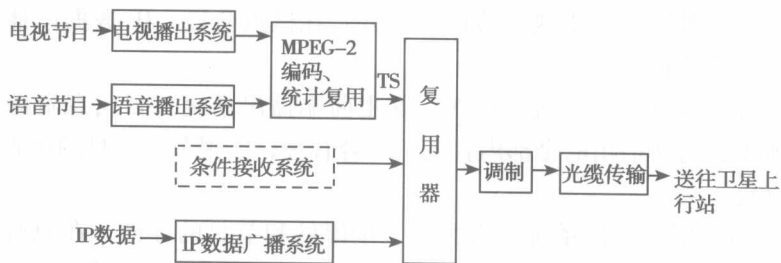


图 8.7 主前端播出系统组成示意图

### 1. 卫星频道资源

农业远程培训使用卫星数字专用频道中卫星 Ku 频段的 6A 转发器,下行中心频率为 12620MHz,极化方式为垂直极化。

### 2. IP 数据广播频道

(1) IP 数据广播系统。IP 数据包括 IP 课件 (IP-C)、IP 流媒体 (IP-

S)、IP 信息 (IP-I) 三种。IP 数据广播系统将各种格式的 IP 数据上传到卫星播出, 为终端接收站点提供高速数据下载, 实现远程培训 IP 数据广播服务。

IP 数据广播系统主要由 IP 数据上传、资源管理、资源存储、IP-C 播出、IP-S 播出和 IP-I 播出等子系统组成。系统的框架结构如图 8.8 所示。

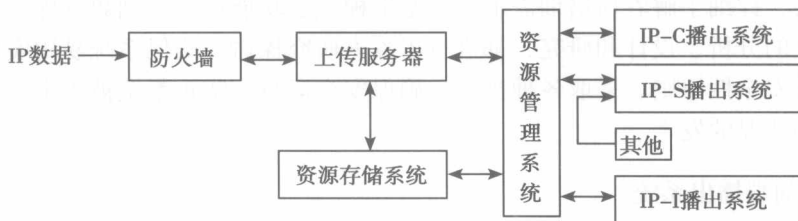


图 8.8 IP 数据广播系统结构图

IP 课件采用循环或定时、定次播出方式。终端接收站点将 IP 课件下载到本地硬盘, 供学习时使用。

IP 流媒体节目由前端流媒体服务器播出, 终端接收站点可用计算机流媒体播放器直接接收或转至电视机收看。

IP 节目与 IP 课件节目播出方式相同。IP 信息节目可提供电子版报纸、杂志、经济信息等多种内容。

(2) IP 数据广播节目的传送。从中心资源库到主前端播出系统的 IP 数据广播节目传送可以有手工或专线两种方式。在试点阶段, IP 数据广播节目可先通过人工方式传送。

(3) 节目资源管理系统。在现有的主前端播出系统节目信息资源管理系统的基础上, 对所播出的全部内容进行综合管理, 实现节目信息的审查、分类等管理功能。

(4) 节目资源存储系统。为保证大量课件和节目的存储, 在原有存储系统的基础上扩充容量, 采用多级和混合存储方式, 实现所传输节目的分类存储、统一检索。

### 3. 电视广播频道

电视广播频道依照相关标准规范设计, 采用数字化自动播出系统, 以基于大容量视频服务器的播出为主, 也可采用磁带方式播出。节目可提前上载, 避免出现设备的随机故障和人为失误。系统结构如图 8.9 所示。电视广播频道包括: 模拟信号带播放系统、数字信号带播出系统、视频播出服务器、视/音频信号上载系统、播出控制系统、同步信号源、播出监视和测试系统。

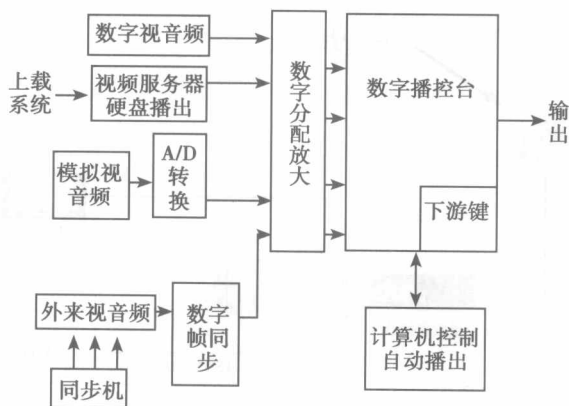


图 8.9 电视播出系统结构框图

#### 4. 语音广播频道

语音广播频道包括中央服务器及存储设备、播出软件、播出音频工作站和录音编辑音频工作站等。语音广播频道的结构如图 8.10 所示。

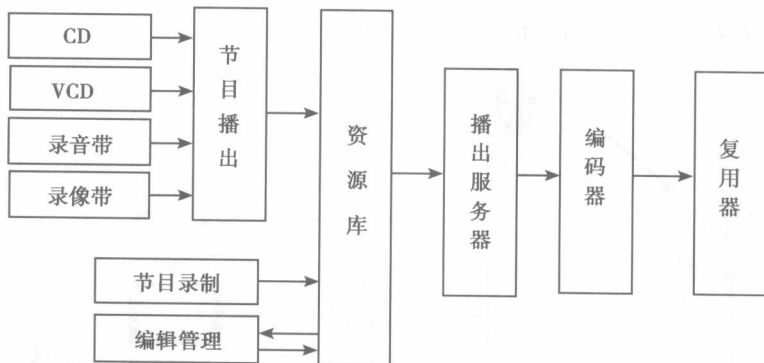


图 8.10 语音广播系统结构框图

### (三) 终端接收站点

#### 1. 系统配置

终端接收站点是农业远程培训平台的基础设施之一，分为基本型和扩展型两种。

基本型是终端接收站点的基本配置模式，实现主前端播出系统播出节目的接收、存储和播放，并支持拨号上网。其配置结构如图 8.11 所示。

扩展型是在基本型的基础上，扩展了多媒体教室或网络教室等功能。其配

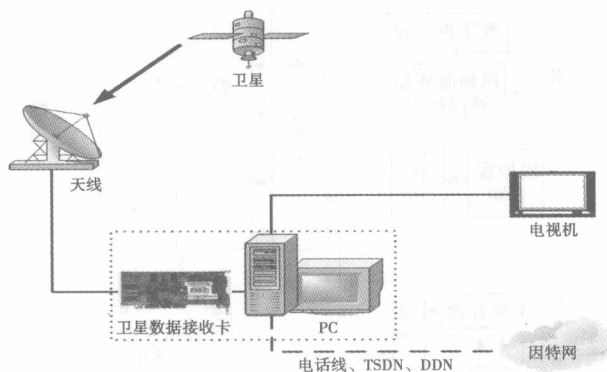


图 8.11 基本型终端接收系统组成示意图

置结构如图 8.12 所示。

有条件的地区可充分利用当地的有线电视网，由有线电视网（台）转播农业远程培训的节目，广大农村用户可以通过电视在家里直接收看。

根据实施条件，选择不同配置类型，可以建在农村中小学、龙头企业、生产基地、农业大户或乡镇文化站和村活动室。

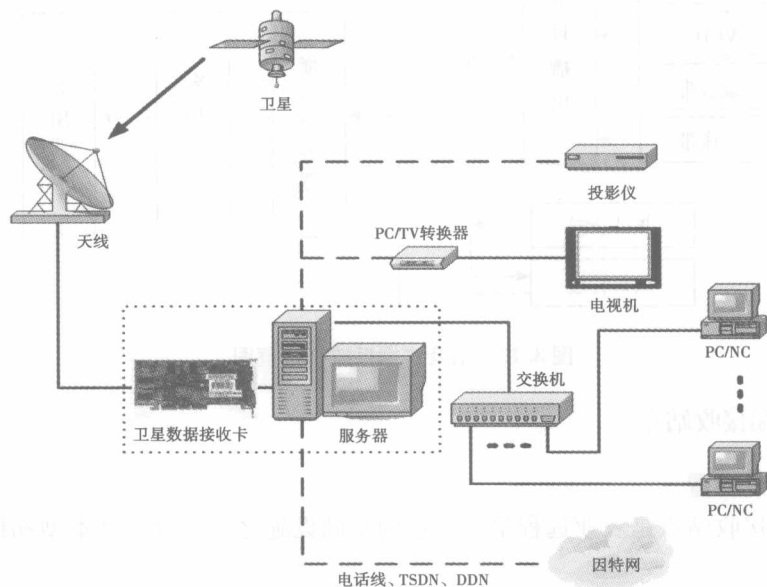


图 8.12 扩展型终端接收系统组成示意图

## 2. IP 数据节目接收管理系统

IP 数据节目接收管理系统对 IP 数据节目的接收进行管理。

在卫星数据接收卡接收功能的基础上,开发简单易用,具有统一界面的 IP 数据节目接收及管理软件。该软件能够集多种接收软件功能为一体,简化用户的操作界面,具有更好的人机交互性,便于文件管理和维护,同时还能够将接收设备的参数设置自动化、节目目录分类化,并具备网络化功能,客户机组播和视频流存储等功能。

### (四) 辅助培训网络系统功能结构设计

#### 1. 视频在线点播子系统

视频在线点播子系统充分利用实时技术向客户端播放设备传输数字视频课件,可以形象地说,它就像是一个数字式视频播放器,向网络中的终端传送精彩的、高质量的音、视频课件,并且是高效、低耗、按需播放。当用户向服务器提出请求,服务器端将点播的视频流通过网络发送到相应的客户端,客户端通过机顶盒解码或 PC 机,在电视机(或显示器)上实现全动态视频的实时回放。

本系统所实现的仅仅是多种媒体表现方式中的一种——视音频媒体的表现方式,提出了基于流媒体技术实现网上课程视频培训的解决方案。本系统支持大用户数量的点播,用户通过课件点播系统进入内容丰富的课件库,根据自己的需要来点播农业实用技术节目。此种形式为广大农民用户提供了全方位的服务,简单易学,让农民可以快速地掌握技术,用于生产,即学即用,大大提高了生产效率,而且也满足了不同层次用户的需求。

##### (1) 连接方式

目前,该系统从连接方式上可提供 3 种类型的服务:流媒体点播(Unicast)、流媒体组播(Multicast)、流媒体直播(Broadcast)。这 3 种方式各有优缺点,可以根据它们的特点,取长补短,因地制宜,针对不同的内容,采取不同的形式,从而获得了比较好的效果。

##### • 流媒体点播

流媒体服务器中存有事先制作好的多媒体培训软件、专家授课录像、相关的文本、图表、动画、电子教案等,用户自由点播自己感兴趣的节目,并根据自己的实际情况随时随地地进行学习,这种方式称为流媒体点播。用户可以对播放的内容进行暂停、重播、前进、倒退、翻页等多种交互控制。这种基于流媒体及流式传输技术的网络远程培训,不仅克服了广播电视定时播放节目和单向传输的弊端,同时比以往在网络上传播的音/视频媒体(如 mpg、avi、MP3、



au 等,都是先下载完再播放),节省了下载时间和存储空间。尤其是流媒体具有近乎实时的交互性,是以往各种音/视频媒体无法比拟的。由于在流媒体点播过程中,每个用户分别对服务器发送请求,而流媒体服务器必须向每个用户发送他所申请的数据流,每增加一个用户就需要增加一个连接,所以系统允许并发访问的用户数要受网络带宽和服务器性能的双重限制。因此这种方式只适用于客户端数量很少的情况。

#### • 流媒体组播

在系统的实际设计中,我们根据每个媒体流受欢迎的程度的不同,选择不同的播放服务。比较个性化的内容采用点播方式,比较受欢迎的、单击率高的内容,采用组播方式。组播是一种多地址广播,其发送端和接收端是一对多的关系,也就是说服务器只向一组特定的用户发送一个数据流,组中的各个用户可以共享这个数据流,而组外的用户无法接收。由于组播过程中只需要播出一个数据流,所以网络负担比较轻,但在组播方式中用户只能被动地听课,也不能选择听课的时间,在听课过程中也不能对数据流进行控制。

#### • 流媒体直播

基于流媒体的实时直播不需要事先存储流媒体文件,而是将专家授课的音/视频数字化后直接广播,在客户端的 Web 浏览器上或流媒体播放器上直接收看,即 Internet 上的实时培训。它适合于培训观摩会的演示,可以使偏远地区的大量用户学习先进的培训方法,还可以用于大型活动的现场实况广播,使全国的用户及时、快速地了解活动的具体情况。

广播的发送端和接收端是一对多的关系,这种一对多的关系与组播中的一对多的关系不同,因为它将流媒体发送给网络中的所有用户,而不管用户是否需要,在一定程度上造成带宽资源的浪费。

在深入细致地研究和运用流媒体技术的前提下,该系统不仅能够根据培训要求提供新颖丰富的流媒体表现方式,而且还具有资源丰富,随时随地访问、即时播放、交互性强、使用方便等优点。

#### (2) 流媒体的识别

Web 服务器和 Web 浏览器采用 MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions, 多用途 Internet 邮件扩展) 技术识别流媒体并进行相应的处理。它不仅用于电子邮件,还能用来标记在互联网上传输的任何文件类型 Web 服务器和 Web 浏览器都基于 HTTP 协议,而 HTTP 正是通过 MIME 标记 Web 上繁多的多媒体文件格式的。

#### (3) 流媒体链接实例

浏览器通过 MIME 来识别流媒体的类型,并调用相应的程序或 Plug-in 来

处理, IE 和 Netscape 这两个最常用的浏览器都提供了丰富的内建流媒体支持。在本系统中, 主要采用了 2 种方法编写流媒体网页:

一种方法是把流媒体内容嵌入网页在 HTML 源代码中, 使用流媒体插件, 通过 <embed> 标签, 把流媒体内容嵌入到网页中, 实现了在网页上直接播放流媒体的功能。以下是程序样例节选:

```
<td> <object id = rtsp: //223. 223. 217. 53/shikuang/lanerbing. rm
Class id = "clsid: CFCDAA03 - 8BE4 - 11cf - B84B - 0020AFBCCFA"
height = 14width = 192 >
<param name = "controls" value = "Image Window" >
<param name = "consloe" value = "Clip" >
<param name = "autostart" value = "false" > <param name = "src"
value = "rtsp: //223. 223. 217. 53/shikuang/lanerbing. rm" >
<embed src = "rtsp: //223. 223. 217. 53/shikuang/lanerbing. rm"
controls = "Image Window" height = 144 width = 192 autostart = false >
</embed>
</object> </td>
```

另一种方法是用浏览器通过引用链接 href 调用相应的流媒体播放器来播放流媒体, 它的关键语句样例如下:

```
<a href = "rtsp: //223. 223. 217. 53/kejian/lanerbing. r m" > "蓝耳
朵" 病防治 </a>
```

由于流媒体文件的格式比较多, 实际设计时, 需根据具体的流媒体格式和文件存储的位置对上述语句中的文件扩展名和相关参数进行修改。

#### (4) 功能设计

用户登录: 用户通过 Web 浏览器登录系统用户经过身份验证后, 可以查询并播放自己需要的课件信息。在点播课件时, 还需系统确认其权限, 然后服务器才会响应请求。如果在学习过程中有问题可采用 BBS 和留言版进行讨论和留言, 数据流图如图 8.13 所示。

课件点播: 在视频在线点播子系统中, 客户通过客户端用 Web 浏览器打开远程培训系统 Web 服务器的网页, 选择流媒体。具体流程如下:

通过网页上的超级链接访问某一流媒体, Web 服务器接收到请求后, 通知客户端, 客户端收到信号, 调用播放器 (或插件), 播放器将发送给流媒体服务器有关接收的信号, 流媒体服务器开始以流的形式传输文件, 播放器开始一边接收, 一边播放。

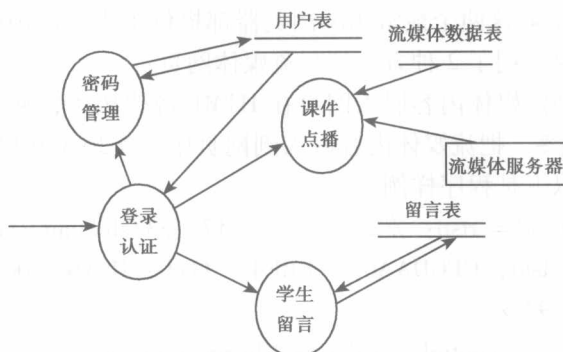


图 8.13 用户点播数据流图

## 2. 专家在线授课子系统

### (1) 结构设计

本系统在为时空上分离的专家和用户提供一个虚拟多媒体课堂教学环境，是多媒体远程培训中的最重要的组成部分之一，专家授课系统的功能很明显，就是通过专家的现场讲授向用户传授知识。这种授课方式的优点是临场感强，培训效果好。如果有网络支持，用户和专家还可以在授课的同时进行交流，进一步提高培训效果。图 8.14 所示为专家在线授课子系统的教学活动示意图，根据培训系统中专家和用户是否能够进行交互还可以将该系统进一步划分为双向系统和单向系统两类。在双向系统中用户不仅能看见老师的图像，听到老师的声音，而且老师也能看见用户的表情，向用户提出问题并听到用户对问题的回答。由于在培训过程中专家与用户能进行交流，因此专家根据用户的表情也可以随时调整自己的讲课速度，而用户也可以随时提出自己的疑问，相当于将传统的面对面的培训方式从教室搬到网上，符合人们通常的学习习惯，具有良好的学习效果。当然，要建立这样的系统就要要求专家和用户之间要有双向的电路支持。另一种方式就是单向广播方式，这种方式类似于电视节目的现场直播，虽然用户能听到专家上课的声音并看到专家的图像，但专家却无法看到用户的图像和声音，也不能与用户进行交互。但这种方式的特点是系统覆盖的范围可以很大，并且由于只要单向的电路，网络建设的费用相对较低。

### (2) 功能设计

**培训答疑：**用户可以通过远程培训系统平台，进入专家在线授课子系统，听取专家讲授内容，并且用户可以针对课程中有异议的问题向授课专家做出相应的提问，专家可进行同步答疑，也可进行异步答疑。

**主持异步讨论：**授课专家可以根据当前新发生的种养殖问题及市场最新动

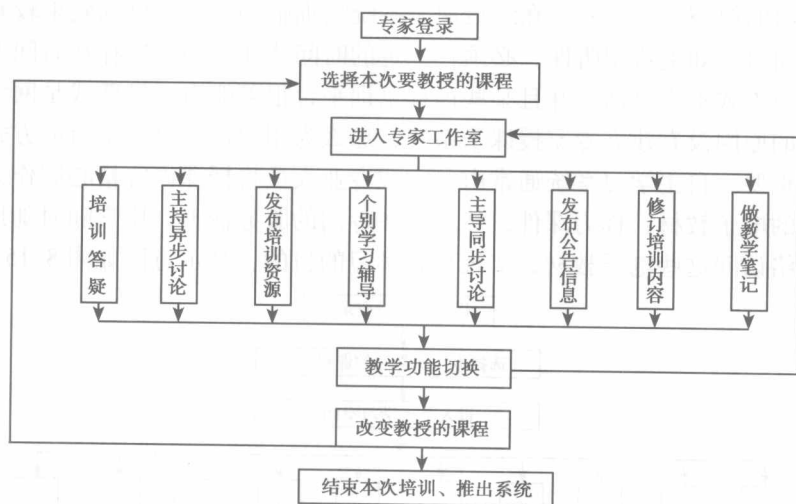


图 8.14 专家在线授课子系统教学活动示意图

态等农民关注性强并且有一定深度和广度的问题做出提问，让用户事后进行讨论，然后专家可以事后做出相应的评论与解答。

**发布课程资源：**授课专家通过登录在线授课子系统平台，进入自己的页面，进行发布相关培训资料等。

**个别学习辅导：**可以单独和某个用户进行交流与讨论，以及对这个用户进行相应辅导。

**主持同步讨论：**授课专家和用户可以在线进行互动，针对某个培训内容进行交流，这样体现出了双向交互的特点。

**发布公告信息：**授课专家通过该子系统，可以发布与农民利益密切相关的最新市场动态、气候状况、种养殖培训等信息，如培训时间，培训内容等。

**修订课程内容：**授课专家通过该子系统，可以修改培训内容，培训笔记等。

**做教学笔记：**授课专家通过该子系统，可以做一些教学笔记，记录培训过程中出现的相关问题和注意事项。

### 3. 用户自主学习子系统

#### (1) 结构设计

用户自主学习子系统是用户利用农业远程培训平台中的培训资源进行自主学习的一种方式。也是远程培训平台区别于普通学校培训的一个重要方面。为用户提供了一个可以自主上网学习的环境，以满足用户个性化、自主式、随时、

随地学习的愿望。虽然专家在线授课子系统培训临场感强,培训效果较好,但对农民而言,如果希望听课,必须在指定的时间才能参加,还存在时间上的限制,学习方式不太灵活,并且某些远程培训平台很可能由于经费或是网络环境等方面的原因没有建立专家授课子系统,那么为用户提供自主学习的方式就显得非常重要。自主学习系统通常由专家或专业人员将授课内容精心制作为多媒体形式的电子教材,称为课件,然后放在专门的服务器上,用户随时随地可以通过网络访问这些电子教材,实现自我学习的目的,其示意图如图 8.15 所示。

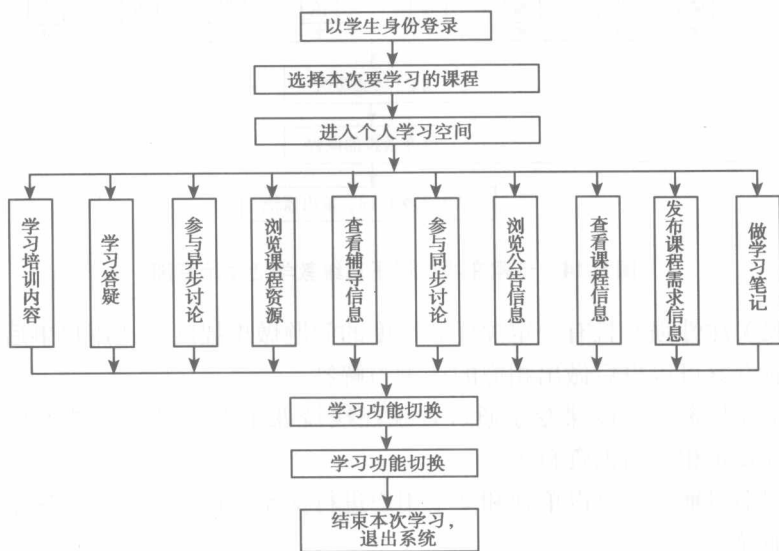


图 8.15 用户自主学习子系统示意图

## (2) 功能设计

**学习培训内容:** 用户通过登录本系统,可自主选择本次要自学的培训内容。

**学习答疑:** 用户在学习的过程中,如有疑问,可根据问题搜索答案,若认为答案不符合要求,可发布问题,等待专家解答。

**参与异步讨论:** 用户可根据专家网上所提问题在经过一定时间的考虑之后,发表自己不同的看法和观点、并可和其他用户进行讨论。

**查看辅导信息:** 用户通过登录自主学习子系统平台,查看是否有自己感兴趣的相关培训资料。

**参与同步讨论:** 当用户有问题时,可与在线专家和其他用户进行实时讨论,通过与专家及其他用户相互之间讨论可以提高用户对问题的进一步理解,实现交互式的学习。

浏览公告信息：用户通过登录本子系统，浏览公告牌信息，查看是否有自己感兴趣的内容。

发布课程需求信息：若用户在资源库中未找到自己想看的课件，可根据实际需要发布课程需求信息。

做学习笔记：用户可将学习过程中认为有价值的内容记录下来，如学习时间、学习内容、学习的心得等。

#### 4. 专家答疑子系统

##### (1) 结构设计

专家答疑子系统也是构成农业远程培训一个重要部分。它的主要功能是对用户在学习过程中遇到的问题进行解答，同时对用户的学习效果进行跟踪检查。在普通的培训系统中，用户之间的知识程度很相似，专家与用户也能够经常进行面对面的交流，所以用户在学习过程中如果有疑问，可以随时与用户或专家讨论，而远程培训系统的一个重要特点是专家与用户是分离的，用户与用户也可能是分离的。这就要求远程培训系统中必须要有相应的答疑系统来解决用户的疑问，实现用户与用户、用户与专家之间的讨论。在现有的远程培训系统中答疑系统通常是用 Internet 上的 BBS、E-mail 或聊天室来实现的。图 8.16 为自动答疑系统模型。

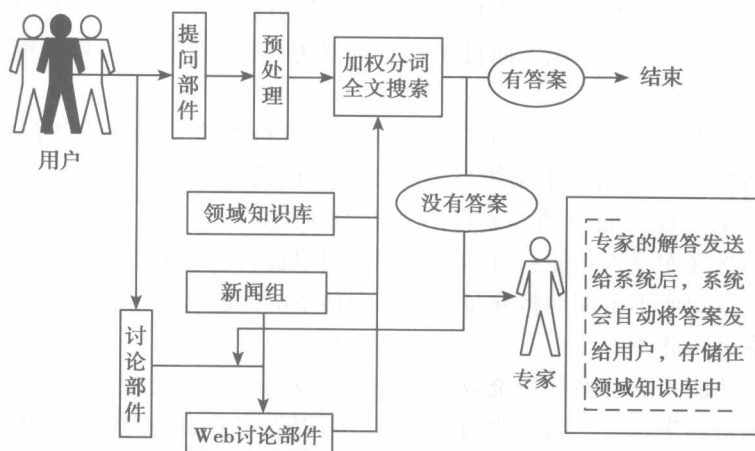


图 8.16 自动答疑系统模型

专家答疑子系统能够及时解答用户的疑难问题，消除用户的学习障碍。因此，它在加强专家和用户的交流，帮助用户明确问题的所在和获得自己真正需要的答案信息方面具有不可或缺的作用，应具有以下特性：

具有一定的自然语言识别能力——用户用自然语言提交的问题，系统能够



识别、判断它与数据库中现有的哪些问题相同、相近或者是相关,并将该问题和答案同时返回给用户。这样做既回答了用户的问题,又使用户能参考到与其提问相关而本人在事先并没有想到的关联性结果,具有很好的启发性培训效果。

具有对用户提问内容的统计功能——系统根据用户的提问可以自动统计出哪些问题被提问的频率较高,在向用户返回相关问题的时候,被提出频率高的问题作为具有普遍性的问题,应排在前面。系统根据用户的提问可以自动统计出哪些知识相关的问题被提出的频率较高,这样的知识点说明用户不理解的比例较高,应作为专家在今后培训中的讲解重点。

## (2) 功能设计

用户网上答疑:用户在学习过程中,当遇到问题时,可以根据问题的关键字进行检索,系统根据用户的问题,然后在问题答疑库中寻找与之匹配的问题和答案,查看答疑库中是否有自己要查询的问题,如果找到了就把它返回给用户。如果用户对解答不满意,系统将问题提交到答疑知识库,等待专家解答。这项功能作用主要在于用户提问和专家回答都可以做到尽量详细,针对性很强。用户可在提问时可以尽量将自己的问题描述清楚,甚至可以讲出自己对这个问题的已有想法或对问题回答的各种思路推测分析,专家在回答问题时也可查找相关资源,并且可以就用户已有想法进行分析,引导用户进行思考,这样教给用户的就不仅是知识,而且还有学习方法、思考路径等。用户网上答疑流程图如 8.17 所示。

专家网上答疑:专家对用户提出的问题浏览,选择未答的问题进行回答,然后存入数据库中系统自动显示问题已答。回答问题时,可以上载图片,使答案更加全面生动。流程图如 8.18 所示。

自动答疑库录入功能:自动答疑库为用户提供答疑的资料。因此需要专家或管理员定期或不定期地将异步答疑库中精华的问题和将专家认为有价值的问题和答案录入此库中。

搜索功能:随着答疑系统数据库中所存放的信息越来越多,用户查找答案的难度也就越来越大,因此要为用户和教师提供多方面的查询功能以使用户在最短的时间内获得自己需要的信息。搜索的方式可分为四种:按访问频率大小进行查询、按照提问的标题进行查询、按照用户名进行查询和按照关键字进行查询。

统计分析功能:用户在自动答疑系统中所提出的问题,反映了教学的效果和漏洞等。因此增加了统计分析的功能。它要对用户的提问情况和答案的访问情况进行全面的分析,对系统中用户的学习程度和课程的内容组成有一个全面

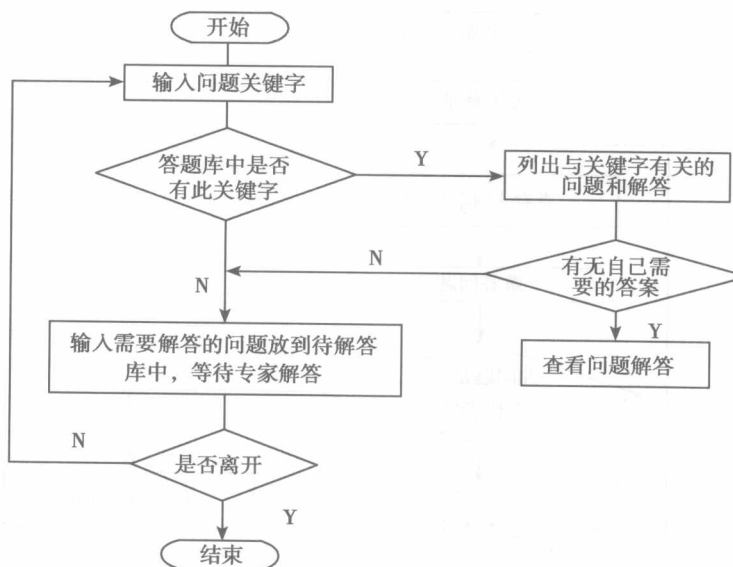


图 8.17 用户网上答疑流程图

的了解,方便教师进行单独辅导和修改课程的教学策略。

管理功能:所谓管理,是对系统中的所有数据,包括自动答疑库、问题、答案和异步答疑进行组织管理,主要有增加、删除和修改等基本操作,但要以保证数据库一致性为前提。

## 5. 虚拟农业图书馆

### (1) 虚拟农业图书馆建设流程

虚拟农业图书馆在本培训系统中是为有效管理互联网上的农业信息资源而建立的,是网上农业信息资源一种有效而经济的组合形式。虚拟农业图书馆虽然名为图书馆,但不需要藏书,而是针对网上已经存在的农业信息资源,给出链接指针,使用户随时选择调用。

虚拟农业图书馆的建设过程包括互联网农业信息资源的采集、分类、导入数据库、建立网站。根据相关原则、方法采集互联网上的农业信息资源,并按农业网络信息分类法将其归类,把信息存入数据库,继而建立农业信息资源的检索平台。其建设过程如图 8.19 所示。

### (2) 虚拟农业图书馆设计

虚拟农业图书馆的设计思想应符合以下原则:充分考虑建设农业信息网站的流通性、稳固性、扩展性、可移植性、全性、易容性以及多元化的要求;采用统一、标准、科学的分类方法,对农业综合信息进行分类;制定规范、标准



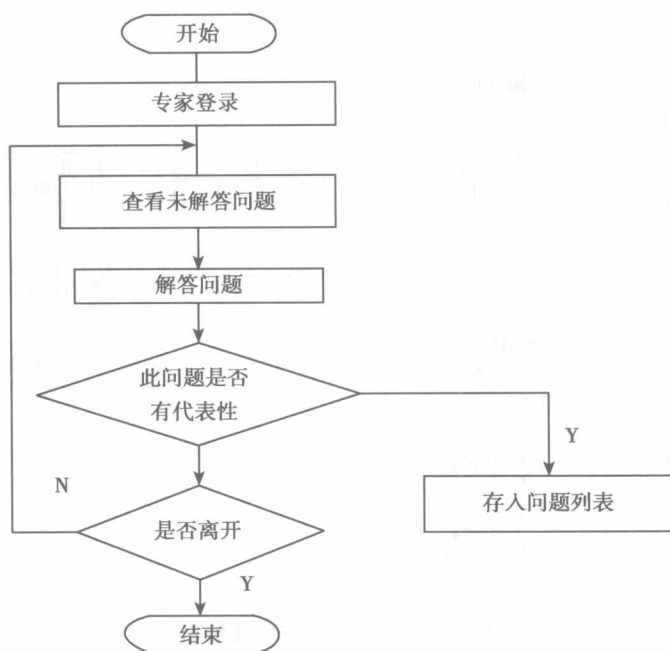


图 8.18 专家网上答疑流程图

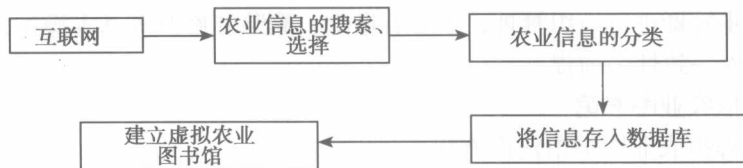


图 8.19 虚拟农业图书馆建设过程

的农业数据库结构；建立标准的农业信息网站后台应用管理系统。

虚拟农业图书馆系统结构如图 8.20 所示。

农业信息网站的信息架构，是合理的农业信息分类和富有逻辑性的信息组织方式，使得用户方便、快捷地浏览和查询所需的信息。具体界面设计应考虑以下方面：在主页模板上左边预置与农业资源类型对应的栏目，由动态页面技术实现信息发布，用户通过单击，可以进入相应的资源类型。在网站导航中设置与农业学科分类对应的栏目，用户通过“单击进入图书馆”可以进入图书馆学科等级分类目录，单击不同的学科，可以链接到不同的网页。此外，还应设置网站的基本元素，包括 Logo、标题、图案、搜索引擎、flash 动画、联系我们等元件。其中搜索引擎采用了关键字检索和基于农业学科和农业属性相结

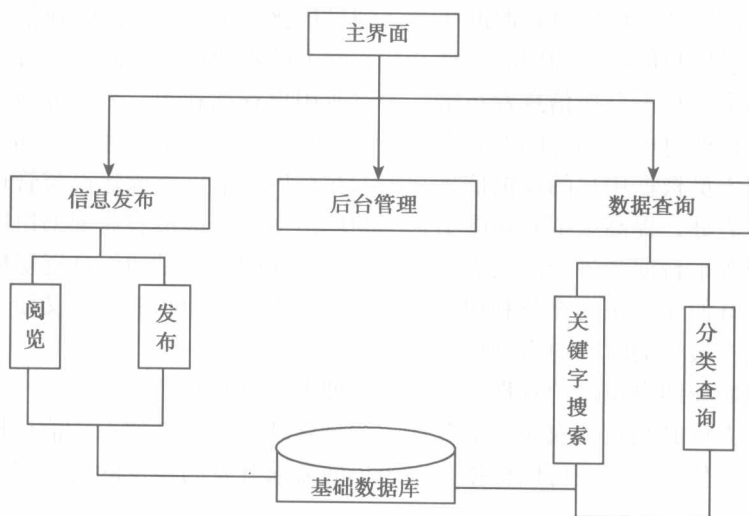


图 8.20 虚拟农业图书馆系统结构图

合的分面组配法的高级检索。并在主页右侧介绍网站宗旨。

### (3) 虚拟农业图书馆管理

虚拟农业图书馆建立后，如何发挥它的最大效益，使广大农业用户能够方便、快捷地获得更新、更有效的信息是农业信息员所要解决的重要问题。

#### ①虚拟农业图书馆的管理模式

以往的向用户提供单一信息的线性服务体系不再适应社会发展的需要，取而代之的是为用户提供整合信息的服务模式。虚拟农业图书馆就是采用了以广大农业信息用户需求为中心，农业信息员整合互联网上有价值的农业信息资源，并指导农业信息用户进行有效利用的管理模式，其管理模式如图 8.21 所示。

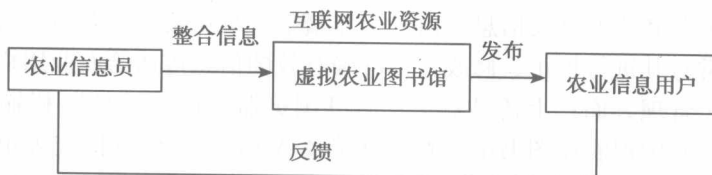


图 8.21 虚拟农业图书馆管理模式

系统论告诉我们，虚拟农业图书馆的管理过程本身是一个系统，它由农业信息员、虚拟农业图书馆平台、农业信息用户三要素组成。通过信息资源建设



的控制和反馈才能使信息资源的建设达到最优化水平。一方面农业信息员以广大农业信息用户的需求为中心,整合互联网上的农业信息资源,通过虚拟农业图书馆这个信息平台把信息发布给广大农业用户查询利用。另一方面,广大农业用户可以通过电子邮件的形式向农业信息开发人员提出批评意见和建议,使信息管理人员根据用户的反馈信息和需求在今后的信息资源建设与管理工作中改进不足之处,提高虚拟农业图书馆网的单击率,让虚拟农业图书馆网这个农业信息资源平台成为备受广大农业信息用户关注的高质量的信息资源库。这种管理模式既便于资源的充分利用以及信息的收集、整理和加工,又便于用户的需求信息在最短的时间内得到反馈。

虚拟农业图书馆网的管理要求信息管理人员具有较高的素质,一方面要求信息管理人员必须具备农业经济管理、信息管理、计算机技术、信息检索、外语等知识,另一方面还可以根据广大用户的需求开发高质量的信息资源为用户利用。

## ②虚拟农业图书馆的管理内容

- 质量管理方面:虚拟农业图书馆的质量管理是信息管理员通过后台模块中的信息添加、信息修改、信息删除程序来实现的。

互联网上的信息资源每天都在以几何数字增加,农业信息资源也是如此,所以虚拟农业图书馆也要经常更新,把最新的信息资源传递给农业用户。采集添加信息时,同样根据精确性、选择性、时效性、针对性的原则,根据不同农业信息用户的需要,通过综合性的门户网站、搜索引擎、农业专业数据库等途径发现、选择质量高的信息资源。

互联网上的信息资源具有动态性、不稳定的特点,在添加信息时要进行质量控制。对于已经收集在虚拟农业图书馆中的信息资源也要进行跟踪,剔除一些信息失真的网站和死链接的网站。

在添加农业信息资源时,农业信息管理员要对搜集到的网站作简要的介绍,便于浏览者快速查找信息。由于工作繁杂,难免会出现差错,所以信息管理员要经常对其进行校正、修改,把准确有效的信息传递给农业用户。

- 安全管理方面:上传站点后,打开浏览器,在“地址”栏输入申请到的域名,打开虚拟农业图书馆,测试链接及 ActiveX 控件及提交表单数据,如果服务器端回馈信息正常,则网站建设成功。虚拟农业图书馆网在客户端没有设置用户注册、登录,所以广大用户可以自由在网上检索和浏览信息。为了防止网络病毒的传播或服务器不正常运转造成文档丢失及黑客侵入等,应在本地端建立相应的备份。注册各知名在线升级杀毒软件或引擎,防患于未然。在日常网站安全维护中,应在网站服务器中设置防火墙,使用防火墙可以防止非法



用户的频繁登录、猜测系统密码,进而侵害网站服务器。

#### (4) 虚拟农业图书馆的网上检索方式

为了方便用户通过多种检索途径浏览信息资源,本网站提供目录检索、关键字检索和基于农业学科和农业属性相结合的分面组配分类法目录的高级检索三种途径。基于农业学科和农业属性相结合的分面组配分类法的高级检索,为用户提供了多个“面”,包括学科分类、资源类型、机构类型、区域信息,使信息具有多维性,能够满足不同农业信息用户的需求。用户通过对所需信息特征进行分解就可以查到相关信息。如查找美国关于水稻的科技信息,可以单击“粮食作物-科技信息-美国”进行联合查询。如查找中国大学关于农药的科技信息,可以单击“农药-科技信息-大学-中国”。如查找中国盆景的市场信息,可以单击“园艺-盆景-市场信息-中国”。在主页上也提供了目录检索,包括分面组配中的两个“面”,一种是按学科内容检索,一种是按资源类型检索。目录检索是按目录分类的网站链接列表,用户通过查找所属类别,一层层单击可方便地查到所需信息。如按学科目录查询“农作物-粮食作物”,就可得到关于粮食作物的所用信息。如按资源类型查询“图片”,就可得到关于互联网上关于农业的所有图片资源。而关键字检索简单、方便,不需要用户了解信息资源的分类法,用户通过输入自己所需信息的关键字,就可以快速地查到相关信息。用户如果要快速查找某一具体的农产品的信息,就可以使用关键字查找法。如查找玉米的信息,可以输入“玉米”,并单击“查询”,在网页搜索结果上就显示出关于玉米这一品种的所有相关信息。图 8.22 就是通过关键字检索“玉米”得到的检索结果信息。

#### 玉米

玉米又名玉蜀黍、大蜀黍、棒子、苞米、苞谷、玉菱、玉麦、六谷、芦黍和珍珠米等,属禾本科玉米属。全世界玉米播种面积仅次于小麦、水稻而居第三位。在我国玉米的播种面积很大,分布也很广,是我国北方和西南山区及其他旱谷地区人民的主要粮食之一。



图 8.22 虚拟农业图书馆检索结果界面示例

## （五）培训课件资源库系统功能结构设计

培训课件资源库系统的建设包括资源建设子系统、资源库运行子系统、资源管理系统和信息安全子系统，构成如图 8.23 所示。

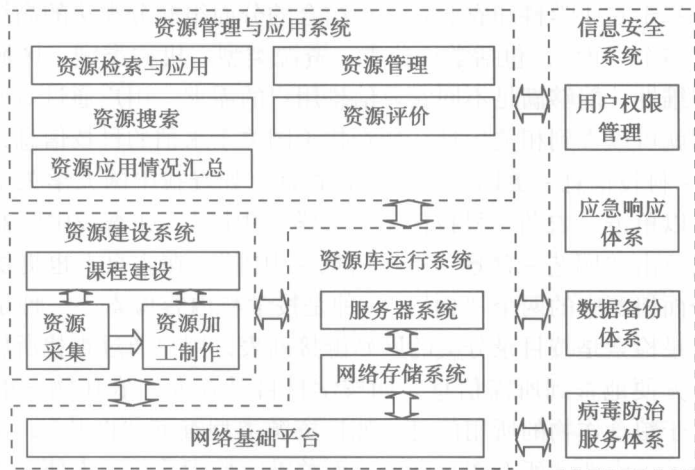


图 8.23 培训资源库系统组成图

### 1. 资源建设子系统

培训资源建设分为四个层次，一是素材类培训资源建设，主要分为题库、素材库、课件库和案例库四大类；二是课程库建设；三是培训资源管理子系统的开发；四是远程系统支撑平台的开发。其中，第一和第二层次是培训资源建设重点和核心，第三和第四个层次属工具层次。课程和素材类资源形式多样，对应的管理系统和培训系统必须适应其形式的变化。

素材建设服从课程建设的要求。课程建设中使用的媒体素材、题库、课件、案例等，纳入到培训资源库中统一管理。其模型关系图如 8.24 所示：

从数字资源元数据与对象数据两方面明确培训资源建设的具体标准和规范，课件按照种植业、畜牧业、养殖业、渔业及农产品保鲜加工进行分类，收集整理加工多媒体素材千余部，建设成农业技术多媒体素材库，基本涉及农业各个专业领域。为了方便农民接受，在进行信息加工制作过程中，收集整理加工过程中，采用了流媒体技术，将视频、音频、文本、图示等充分融合在一起，将各种农业实用技术制作成多媒体形式的课件，这样既可满足农民的实际需要，也可满足目前网络传输的要求。

①资源的采集方法有多媒体资源采集和网络资源采集两种。

多媒体信息资源采集包括音视频工作站、非线性编辑系统、音视频输入设

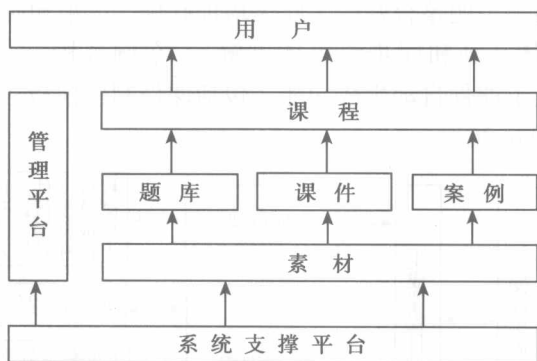


图 8.24 培训资源建设模型关系图

备、图片输入设备和音视频采集设备等 10 余种硬件设备和相应软件（图 8.25）。它可以对不同来源（摄录像机，VCD，DVD，1/2、3/4、BETA 录像带，MIDI 合声器，数码相机等）、不同格式（MPEG1，MPEG2，MPEG4，AVI，MIDI，WAV，MP3 等）的信息进行采集、编辑和格式转换。该系统的建立，能方便地对模拟信息资源实现数字化。

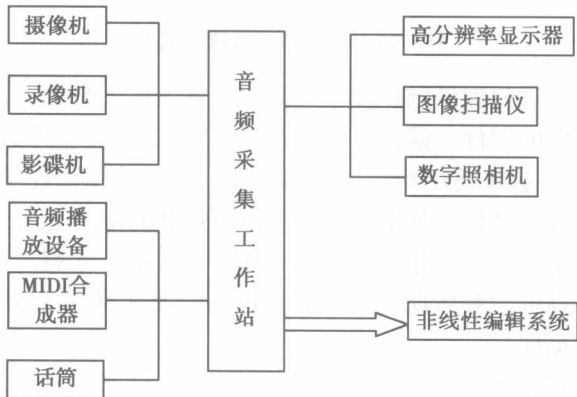


图 8.25 多媒体资源采集图

网络资源的采集就是从网上采集到的经过自动分类后的信息资源进行属性提取，并转换为统一的格式，保存在各种专题资源数据库中，为用户提供面向专题的信息服务。

②资源的加工与制作包括素材和课件两方面的制作与管理。素材是制作课件、组成课程、安排培训、用户学习的必要资源，是整个资源库的基本元素。素材制作与管理子系统实现素材资源的加工与制作，并提供制作工具和管理系



统。课件是针对某一主题整合好的多媒体培训软件，一般包括：培训内容讲解（培训文本、多媒体动画和同步流媒体讲解）、案例分析、背景资料等栏目。课件制作系统提供了课件自动生成功能，包括课件制作模板、课件框架选择和课件生成系统（图 8.26）。

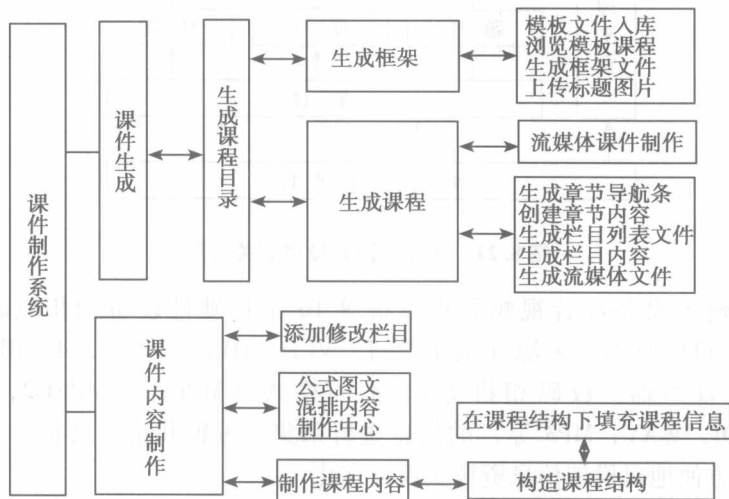


图 8.26 课件制作系统组成图

该系统提供先进的课件制作技术，使用直观友好的界面，制作具有生动活泼形式、通俗易懂的课件。课件可以是流媒体形式，可以是网页形式，应能包含已有现成课件，系统提供相应的管理功能，能方便地增、删、改、查、传输、调用课件资源。制作课件前，要将文献资源进行数字化加工，即将大量的文献资源进行数字化加工，建立参考文献库、课件制作素材库满足用户的学习要求。将现有培训资源和后期陆续生成的各类培训资源进行数字化加工，建立课件分类专题数据库。

## 2. 资源库运行子系统

资源库运行子系统由网络基础平台、服务器系统、网络存储系统等部分构成。资源库网络拓扑图如图 8.27 所示。

本网络由磁盘阵列、光线交换机、负载均衡器、核心交换机、服务器等硬件设备及通信线路组成，实现了数据库系统、远程培训系统以及资源加工系统相互连接。

中心资源库采用网络存储系统，具有良好的存储扩展能力、连接速度和高效的数据处理能力。同时，网络存储系统支持与多个系统间的数据交换，支持海量数据资源共享，支持异地容灾。

中心资源库拓扑图

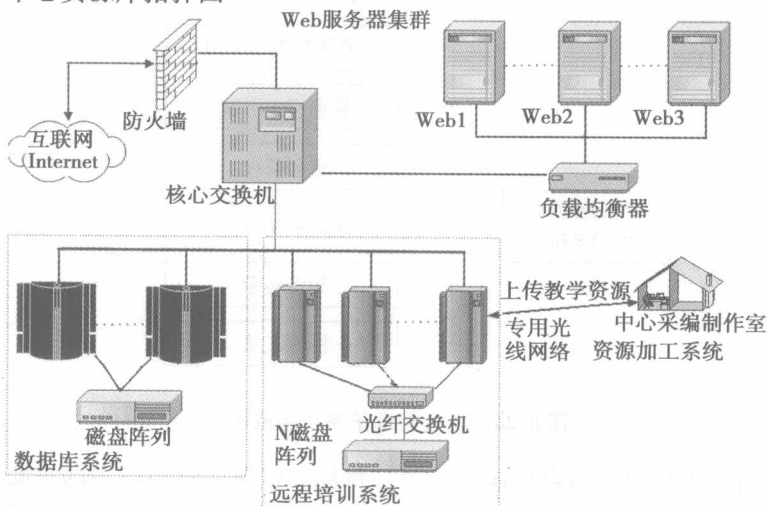


图 8.27 培训资源库网络拓扑图

中心资源库采用二级存储方案，解决海量存储与高速访问的问题。磁盘阵列作为一级存储设备，用于存放经常访问和频繁修改的数据，光盘库作为二级存储设备，存放不经常访问的数据。

资源数据采用多级备份策略：一是系统备份。对安装操作系统和数据库应用软件的磁盘采用 RAID1 级磁盘镜像进行热备份，以保证应用系统正常运行。二是数据容错。对存储数据的磁盘采用 RAID5 磁盘阵列进行冗余容错，防止出现多个磁盘的物理损坏。三是数据备份。对整个数据库进行定期的磁带备份，使得系统数据在灾难发生后能够进行恢复。数据备份由系统备份服务器统一控制执行。

备份系统解决了本地数据备份问题，当本地数据出现故障时，可用备份系统的数据进行恢复，保证了资源库系统的数据安全。备份系统选用适当的备份软件和共享磁带库，构成 LANFree 备份框架的光通道共享磁带机备份系统。采用光纤存储网络技术，磁带库与光纤交换网络相连，通过备份软件，多台服务器可共享磁带库，构成完整的备份系统。服务器直接通过光纤通道备份数据，无需经过局域网，减少应用网络的压力，节省网络资源。满足资源库系统的安全要求和对历史数据进行备份的要求。

### 3. 资源管理子系统

#### (1) 系统的组成

为满足用户需求，系统按模块设计分为：资源检索与应用、资源搜索引擎



擎、资源管理、资源评审评价、统计汇总等部分（图 8.28）。

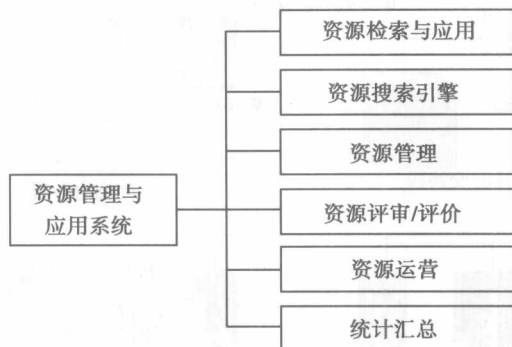


图 8.28 资源管理子系统组成图

资源的应用是中心站点资源库的第一目标。资源检索与应用的主要功能包括：素材检索（分类查询、关键字模糊查询、条件组合查询等）、素材预览、素材取用、课件制作与导出、课件管理、课件应用等（图 8.29）。

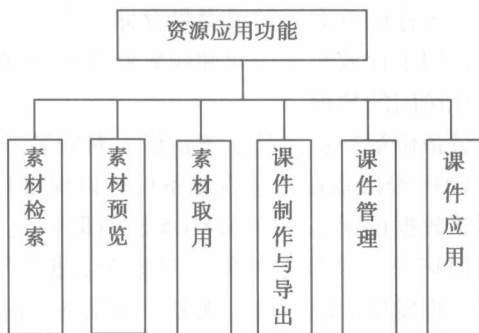


图 8.29 资源应用模块图

资源搜索功能能按照多种条件灵活方便地对整个资源库已发布的资源进行全面搜索（图 8.30）。



图 8.30 资源应用情况管理系统

资源管理是指中心培训资源库系统提供功能完备、灵活方便的资源建设和

资源管理功能。主要包括：资源入库、编目、审核、上下级资源交换、资源库维护等。

资源评价是指中心资源库提供资源评价服务，用户可以在浏览的同时对资源进行评价。

资源应用情况汇总可以按照资源类型、媒体格式、单位、用户、时间等类别，对现有资源、资源入库、资源使用、下载、资源上载、资源评价、资源发布等情况进行统计。

## (2) 系统功能设计

信息管理系统是农业远程培训平台的管理平台，负责远程培训的培训管理、用户管理、权限管理、汇总等管理功能，可满足培训工作的管理业务要求。该系统分为以下几个部分：教务信息管理、课程设置、培训计划、公告发布管理、农业最新农时农事发布管理、用户管理等。教务信息管理主要是管理一些和教务有关的信息，信息显示在中心网站的主页上。课程设置主要涉及有关课程设置情况，如课程的目录、介绍等。培训计划主要给用户提供的课程播出安排。公告发布管理主要针对专家和用户发布的公告进行管理。农业最新农时农事发布管理主要发布国内最新农时农事，并对其进行分类管理。管理员负责管理用户和专家的身份注册，主要提供授课专家的相关信息和权限管理，对使用本系统的用户进行权限管理，并分类管理课件，设置服务器的组播和点播功能。

专家管理子系统提供对本系统所有专家基本信息、工作情况、专家发布公告等信息进行管理的功能。

学生管理子系统提供对使用本系统所有用户的注册对本校学生基本信息和在校期间学籍以及校级教务公告、校级学生管理文件等信息进行管理的功能，分为学生基本信息管理、学生学籍成绩管理、学生信息审批、公告管理等。

教务管理子系统分为系级教务管理和校级教务管理。系级教务管理模块面向系级管理员，提供对相应单位在教学活动中所涉及到的学生、教师、系课程、成绩等信息的管理。校级教务管理模块，面向校级教务管理人员，提供网校在教学活动中所涉及的课程、成绩等基础信息的管理。

本系统包括了远程教学的学生管理、教师管理、教务管理、资源管理等多个方面，涉及大量的数据信息，这些数据信息有以下特点：

一是数据信息量大。学生和教师的基本信息、课程信息、学生各门课程成绩、课件、教学资源等。

二是数据信息之间的关联性强。系统中所有的活动都是围绕学生、教师、课程、教学资源展开的，通过教学计划、开课计划、资源管理等，将它们紧密

的关联起来,形成一个有机的整体。

三是数据信息种类繁多。系统中教师和学生的基本信息、课程信息、课件等各种教学资源构成了一个比较大的数据信息体系。

四是数据信息访问级别控制严格。各级管理员对成绩、个人、资料等重要信息有不同的访问权限,系统中根据角色和权限的不同,对各类数据信息有着严格的访问控制。

五是数据信息组织形式复杂。系统中的数据信息围绕学生管理、教师管理、教务管理等角色展开,如何将关联紧密的各种数据信息以科学、合理的组织形式组织起来是急需解决的问题。

根据以上的特点,采用数据库系统与文件系统目录结构相结合的方式对系统中的信息进行存储、组织与管理。

#### 4. 信息安全子系统

信息安全子系统的建设包括用户认证与权限管理、病毒防治服务体系、数据备份体系和应急响应体系四方面。其中用户认证与权限管理包含信息安全访问授权、用户管理服务及安全管理服务等。

信息安全访问权限分为系统权限和应用权限。系统权限用于系统文件及相关信息的访问控制,包括读取、新建、修改、删除等。应用权限用于培训资源内容及相关信息的访问控制,可根据业务逻辑灵活定义。

用户管理服务负责完成用户、角色的管理维护及用户安全访问授权。系统把每个用户、角色都作为对象处理,为每个对象指定相应的安全文件,在安全文件中描述用户、角色对该对象拥有的权限。

用户在访问信息系统数据、查询信息、进行系统功能操作时一定要经过安全审核。系统把每个信息、数据的访问、每项系统功能操作都作为对象处理,为每个对象指定相应的安全文件,在安全文件中描述用户、角色对该对象拥有的权限。

病毒防治服务体系是指建立完善的网络病毒防治服务体系,保证资源库不受病毒侵害。

数据备份体系是指建立网络自动化数据备份体系,保证系统数据丢失后可以自动恢复。

应急响应体系是指制定安全事件响应流程,在发生安全事件后,系统维护人员按照工作流程进行紧急事件处理。



## 农业远程培训平台特点

基于卫星和互联网开展远程培训是目前一种最为经济和最有效的模式。两者的有机结合,不仅可以实现天地网的优势互补,而且还可以满足远程培训交互性、自主性以及多媒体的三个基本需求。天地网结合,非常有利于完善资源服务体系,实现全国优秀教育资源、科技信息资源的共享,着实为农村地区服务。一方面,Internet 和卫星电视各自都拥有大量的教育资源,但是由于两者历史的割裂,使得在资源上没有做到有效共享。另一方面,我国教育资源分布极不平衡,相对于城市而言,农村地区教育资源极其短缺,而远程培训可以通过资源共享进行合理配置,使得农村地区也能享用其他地区优秀的培训资源。目前卫星传输 IP 数据资源主要是单向广播式教学节目的传输,因此,利用和地面互联网的传输相结合,并运用交互技术就能构成一个交互式的协同教学环境。基于天地网开展多媒体远程培训,不仅可以很好地实现两者的资源整合和互补集成,而且还具有以下技术特点。

**系统性**——本系统采用以系统工程方法为指导,实现了天地网的互连互通和资源共享,有效地解决了如何在大范围、低成本、高效益要求下开展远程培训的网络传输平台问题,为用户提供了一个可以支持同步异步授课、自主学习、按需点播、专家和用户交流与答疑等于一体的远程教育系统解决方案。

**实用性**——面向网络教育的实际需求,结合现有软硬件技术水平和网络条件研制开发,能传达多种媒体的信息,如视频图像、文本数据、音乐、语音及图形动画等,并且具有对这些媒体进行处理、存取和传送的能力,使本系统成为一个实用型的网络培训支持系统。

**交互性**——在农业远程培训平台中的业务有很强的交互性。通信系统可以交互方式进行工作,而不是简单地单向、双向传输或广播。可实现点与点之间、点与多点之间多媒体信息地自由传输和交换,而且信息的传输和交换还能做到实时进行,多媒体终端用户对通信的全过程具有完整地交互控制能力。

**同步性**——在农业远程培训平台中,各种信息在网络中传输时虽然存在时延和时延抖动,但不同的媒体又有不同的特点,在本系统中能够保持不同媒体在时间同事件之间的同步关系。

**先进性**——采用了先进的 QoS 控制技术、MCU 技术、自然语言处理技术、流媒体技术等,使其与时代同步便于日后升级。

**开放性**——将卫星资源有效地接入互联网,实现身份认证、分级管理,使更多用户能够得以应该访问到的相关信息。



## 农业远程培训平台发展展望

虚拟现实技术是近年兴起的一门综合性信息技术,在教育领域内具有广泛的前景,该技术能够为用户提供生动、逼真的学习环境。它生成的视觉环境是立体的、音效是立体的,人机交互是和谐友好的。它能够创建与现实社会类似的环境,从而能够解决学习媒体的情景化及自然交互性的要求,使得用户能够成为虚拟环境的一名参与者,在虚拟环境中扮演一个角色,这对调动用户的学习积极性,突破培训的重点、难点,提高学习过程的交互性,培养用户的实用操作技能都将起到积极的作用。虚拟现实技术应用于农业远程培训过程后,可以促使培训手段向科学化、高效益方向发展,主要体现在以下几个方面:

### (一) 互动启发式培训

虚拟现实有助于启发式培训的开展,在演示培训内容方面能以一种直接的信息传递方式,通过亲临其境的、自主控制的人机交互,由视觉、听觉、触觉获取“外界”的反应,提供生动活泼的直观形象思维材料,展现用户不能直接观察到的事物等,形成知识点。在远程培训中,农业中的一些试验往往因为实验设备、实验场地、培训经费方面的原因,而使一些应该开设的培训实验无法进行。利用虚拟现实系统,可以弥补这些方面的不足,用户足不出户便可以做各种各样的实验,可以通过建立各种虚拟实验室,如植保、畜牧、育种、生物实验室,在“实验室”里,用户可以自由地做各种实验,获得与真实实验一样的体会,从而丰富感性认识,加深对培训内容的理解。用户则从思维、情感和行为三个方面参与培训活动。

### (二) 发现式培训

发现式培训是以解决问题为中心的培训形式,虚拟现实在实际培训中可以让学生进入问题存在的环境,有针对性地建构虚拟情景,引导用户进行探究。例如,在虚拟的育种系统中,用户可以按照自己的假设,将不同的基因组合在一起,电脑便虚拟出组合的种子来。通过这种探索式的学习方式,用户很有可能研究出新的物质。用户可以进入虚拟田间,观察作物的每个部位的生长情况以及每个部位的相互联系,了解整个作物生长过程。虚拟现实培训提供良好的人机交互,还允许用户出错时,自行了解错误的根由及后果,发现解决问题的方法。利用虚拟现实技术进行探索学习,有利于激发用户的创造性思维,培养用户的创新能力。



### (三) 协同工作式培训

虚拟现实培训不受空间位置和相互距离的限制, 可让远距离的专家 and 用户或位置分散的用户“共处于”一个虚拟空间中, 通过共同参与, 且必须具备协同操作能力才能完成某些项目的设计或训练。利用虚拟现实技术, 专家可以对用户“面对面”交流和指导, 进行多种多样的技能训练。例如动物养殖技能、作物栽培技能等各种职业技能的训练。在虚拟的课堂学习气氛中, 用户可以与专家以及其他用户一起交流、讨论, 共同探讨学习中的问题, 进行协作化学习。

### (四) 情境式培训

虚拟现实技术具有动画虚拟现实的能力, 能够把培训中的抽象概念原理、真实的实验过程等形象生动地表现出来, 给用户创设真实学习情境, 帮助用户获得示范性的知识, 把握概念原理的实质。例如, 在研究小麦生长过程时, 通过虚拟现实系统, 将用户带到田间去感受小麦生育的完整过程; 用户在虚拟实验环境中, 也可以放心地去做各种危险地或者危害人体的实验。例如: 虚拟的田间实验和养殖实验, 可以避免由于农民操作失误, 而造成“作物”或“动物”的死亡事故。

下面以一个国外虚拟农场为例介绍一下虚拟现实技术在远程培训中的应用(图 8.31)。

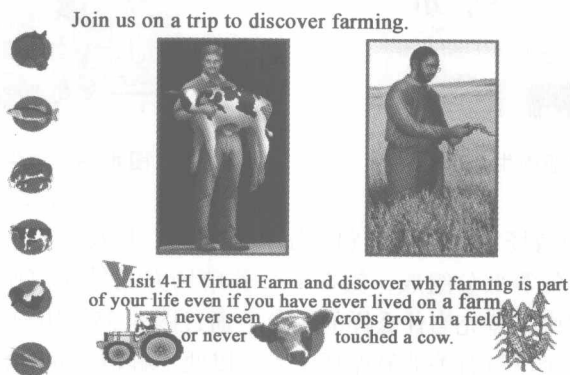


图 8.31 4H 虚拟农场

在这个虚拟农场, 可以了解和熟悉马、水产品、肉牛、奶牛、家禽以及小麦的养殖和种植技术, 以肉牛养殖为例, 详细介绍了整个肉牛养殖场的背景知识, 肉牛养殖过程、牛排从肉质选择到制作过程, 养殖场测氮循环过程以及养殖场的工作流程(图 8.32)。

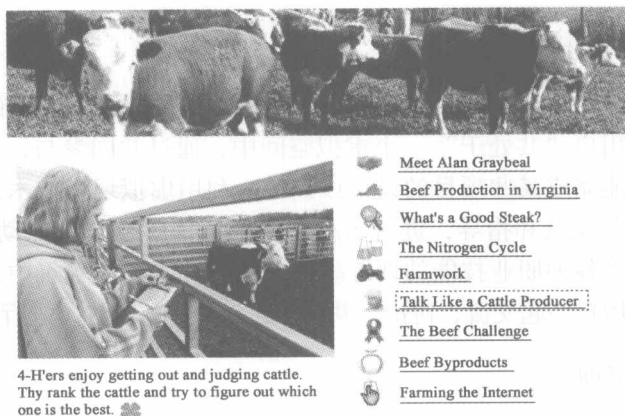


图 8.32 肉牛养殖知识介绍

肉牛养殖分为 3 个阶段，每个阶段都有详细的文字、图片、声音及视频介绍，使学习者可以身临其境，了解每个阶段的具体养殖技术（图 8.33）。

整个肉牛养殖场的氮循环对于肉牛的生长过程是十分重要的，图 8.34 以翔实的数据和丰富的动画介绍了氮循环的相关基础知识。

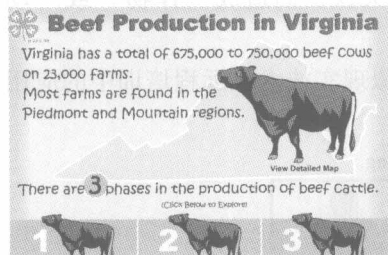


图 8.33 维吉尼亚肉牛生产过程

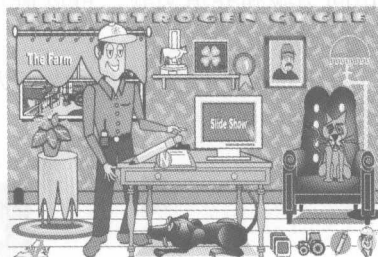


图 8.34 肉牛饲养者对氮循环的了解和认识

整个肉牛养殖场由肉牛、饲料、肥料、河流、庄稼、仓库、农机工具、饲养者、厂房、大气等部分组成，氮在整个养殖场究竟是如何循环的，每个组成成员在这个过程中究竟充当什么样的角色，通过图 8.35，用户可单击每个成员，就可以演示和这个成员有关的氮循环流程，以便了解整个养殖场的氮循环过程。

用户通过图 8.35 就可了解整个肉牛养殖场氮循环过程，并可得到下面的结论（图 8.36）。

肉牛养殖场的饲养工作由医生、拖拉机、放牛人、饲料机、头牛、信息记录员组成，每一部分都有相关的工作职责。图 8.37 展示了整个养殖场的工作组成，用户可单击每个成员了解其详细工作流程。

为了更好地帮助用户了解肉牛饲养过程，虚拟农场中还介绍了大量肉牛饲

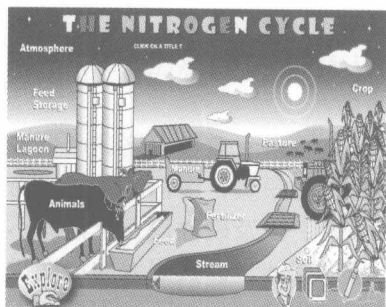


图 8.35 肉牛场氮循环过程

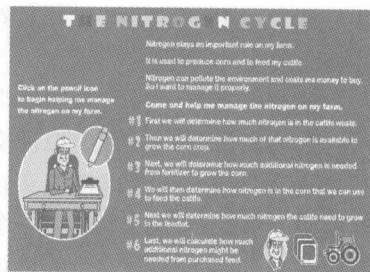


图 8.36 肉牛场氮循环流程总结

养知识，如图 8.38 所示，用户可根据实际需要进行了解。

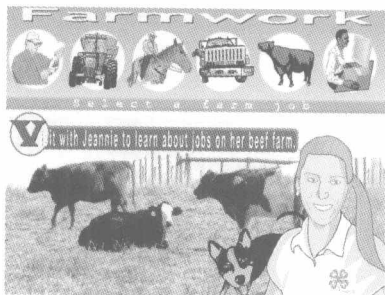


图 8.37 肉牛养殖场工作成员

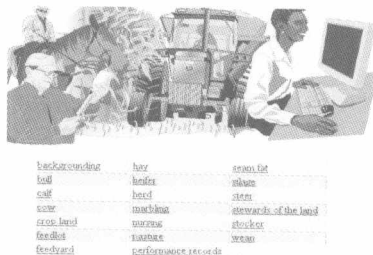


图 8.38 肉牛饲养知识介绍

另外，肉牛除可食用的牛肉外，还有许多相关的副产品，在虚拟农场中也做了相关大量的介绍，例如：血液可以充当药物的成分，牛皮可以制成鞋、包等，如图 8.39 所示，用户可以根据自己的兴趣单击按钮进行了解。

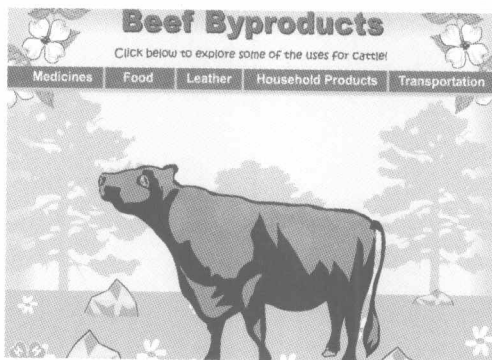


图 8.39 肉牛副产品

通过虚拟农场的使用，用户可以清楚地了解到肉牛养殖过程中的每一个细



节问题,并且可以参与虚拟农场的整个养殖过程,扮演相关角色,交互性得到很大提高。用户可获得与真实养殖一样的体会,从而得到丰富感性认识,加深对培训内容的理解。

虚拟现实技术作为新的培训媒体,它的出现无疑将对农业远程培训产生深远的影响。目前,尽管虚拟现实系统的硬件设备还比较昂贵,虚拟现实技术尚未普及。但是,随着虚拟现实技术的不断发展和完善,以及硬件设备价格的不断降低,虚拟现实技术作为一个新型的农业远程培训媒体,以其强大的培训优势和潜力,即将成为全新的培训手段,必将会受到越来越多的农业远程培训工作者的重视,在未来的农业远程培训领域得到广泛应用。

# 九、虚拟植物建模系统

## 虚拟植物模型概述

### (一) 模型和模拟

所谓模型 (model) 是客观真实世界的某种现象的表示、体现、抽象或概括, 是以某种形式对一个系统的本质属性的描述, 用以揭示系统的功能、行为及其变化规律。作物生长模型是对作物生长发育过程的基本规律和关系的量化表达, 因而具有基础性和一般性的意义。

模拟 (simulation) 是利用模型来进行试验、分析和推演, 以获得对被研究对象的认识。一般将模拟分为静态模拟和动态模拟。静态模拟没有时间变量的参与, 动态模拟以一定的时间间隔对研究对象的变化进行详细地动态记录, 故能反映模型状态变量随时间的变化。

虚拟植物模型主要是以植物的生长发育为对象建立模型进行模拟。然而, 植物的生长发育是一项十分复杂的过程, 主要表现在: 控制变量及影响因素众多; 各变量与生长结果之间可能具有较强的动态耦合变化过程; 生长过程呈现随机性、非线性、多变性及突变性。因此, 建立一个完整的生长模型, 并全面反映出环境变量的影响和植物本身的特征是十分困难的。针对以上前提, 任何一个植物生长模型, 总是建立在一定的假设条件之下, 并根据某些特定研究内容, 对植物生长过程进行简化的数学处理。

为了便于研究, 将虚拟植物模型分为形态结构模型和生理生态模型两个子模型。

### (二) 形态结构模型

在形态结构模型方面, 主要有以下几种常用方法:

(1) 分形方法。1975 年, B. Mandelbrot 拼造了 “Fractal” 一词, 它来源于拉丁文 “Fractus”, 意思是碎片、分数, 如今译作 “分形”。分形被称为 “大自然本身的几何学”, 其本质是某种意义上的自相似结构特性。分形不仅可以应用于模拟山、云、水等自然景物以及花、草、树、叶等植物的造型和生长, 还可用于数学、物理、化学、冶金、生物、经济。

(2) IFS 模型。IFS 是由 Hutchison (1981 年) 和 Barnsley (1985 年) 提出并发展起来的一种研究分形集的数学方法。IFS 是以仿射变换为框架, 根据几何对象的整体与局部具有自相似的结构, 将总体形状以一定的概率按不同的仿射变换迭代下去, 直至得到满意的分形图形。IFS 可以定义为由一组满足一定条件的仿射函数族  $\{W_i\}$  (例如收缩的仿射变换) 及一组变换发生的概率族  $\{P_i\}$  组成:

$$\text{IFS} = \{ (W_i, P_i) \mid i = 1, 2, 3, \dots, n \}$$

$\{W_i\}$  可以控制分形图形的结构和形状,  $\{P_i\}$  控制该仿射变换在迭代中被选中的机率, 即落入图形各部分的点数的数目。后来 Barnsley 等发展了再现迭代函数系统 (recurrent IFS) 方法。该方法在自相似性生成方面更为灵活, 可以体现植物体局部之间的不同自相似性。1991 年 Prusinkiewicz 与 Hammel 发展了一种称为语言约束式迭代函数系统 (language-restricted IFS) 方法。该方法通过加入变换顺序的约束条件, 可以通用地概括各类不同的 IFS 方法。IFS 是绘制自然景物的最佳方法, 只要找出合适的 IFS 码就能绘制任何复杂的图形。

(3) DLA 模型。该模型是美国科学家 Witten 和 Sander 于 1981 年提出的。DLA 模型的基本方法如下:

- 在像素空间定义一个闭区域  $D$ ;
- 在  $D$  中取定一个点  $(X_0, Y_0)$  作为种子;
- 在  $D$  内随机产生一个微粒 (像素点)  $(X, Y)$ , 并让它沿上下左右的方向随机行走。如果该微粒在行走过程中与种子相碰就凝聚到种子上; 如果微粒走到边界上, 就被边界吸收而消失;
- 如此重复上述步骤。

最后就会以种子为中心形成一个不断增长的凝聚集团。利用 DLA 或其修改模型可以对部分植物的形态结构进行计算机模拟, 例如植物根系的生长过程模拟和海藻类植物的形态结构模拟等。

(4) 粒子模型。粒子系统是 W. T. Reeves 于 1983 年提出的一个随机模型。它用大量的粒子图元, 通过调节粒子的运动来控制粒子的整体行为, 以此对景物进行描述。在粒子系统中, 每个粒子的位置、取向、运动方式等都是由一组预先定义的随机过程来说明, 粒子可以随时间推移发生位置和形态变化。方法如下:

- 产生新粒子引入当前系统;
- 每个新粒子被赋予特定属性值;
- 将死亡的任何粒子分离出去;

- 将存活的粒子按要求移位;
- 将当前粒子成像。

由于该方法是以粒子单元的运动、扩展来构造物体的空间与时间上的发生形态,因此主要运用于描述那些宏观上表现出一定的规律性,但同时又具备一定的随机细节的图形,如动态变化的云、雾、火焰、烟等,也可以比较宏观地模拟森林、被风吹动的草丛一类景象,对于表现个体植物的拓扑及形态并不适合。

(5) 正规文法方法。该方法是 1984 年 Alvy Ray smith 为模拟植物而引入的。其基本思想是用正规文法生成结构性强的植物的拓扑结构,再通过进一步几何解释来形成逼真的画面,其工具是并行重写系统,即一种基于形式语言的并行重写算法。Oppenheimer 通过定义各级枝条的偏转角度、锥度、螺旋状扭曲以及与其母枝条的尺寸比例等实现了分形树木造型。

(6) 分枝矩阵模型。该模型是用矩阵来描述植物分枝节点的个数和类型,通过迭代产生植物的分形结构。

(7) 随机过程方法。该方法由 Alain Fournier、DonFussell 和 Loren Carpenter 提出,为了克服传统模型技术中依赖于观察距离的局限性,这种方法不是事先决定各种图素和尺度,而是用一个随机过程的采样路径作为构造模型的手段。随机过程方法主要包括 De Reffye 等提出的基于有限自动机 (finite automaton) 的植物形态发生建模方法,也称为参考轴技术 (reference axis technique)。该模型通过马尔可夫链理论及状态转换图 (state transition graph) 方式描述植物发育、生长、休眠、死亡等过程。Godin 等在此基础上提出了多尺度意义下的植物拓扑结构模型 (MTG),这种模型能够以不同时间尺度描述植物的拓扑结构。这种建模方法物理意义明确、数据输入简单、过程分析清晰。

形态发生模型的难点主要表现在拓扑结构生成方面。以上介绍的模型正是围绕这个核心问题而发展起来的。其中一些方法在数学关系上具有一定的等效性。Prusinkiewicz 与 Hammel 讨论了在模拟植物分支过程时,Recurrent IFS 方法与 L 系统方法是等效关系。一些研究者还证明了马尔可夫链形式可以用随机 L 系统表示。

在考察拓扑结构有效性方面,植物学家对各种植物拓扑结构进行归纳分类,提出了构造 (architectural) 模型的概念。著名植物学家 Hallé 等定义了 23 种构造模型,如 Corner 模型、Tomlison 模型、Leeuwenberg 模型、Rauh 模型等。大多数植物的拓扑结构属于这些模型中的一种或几种模型的组合。该项研究被认为是植物拓扑结构研究中的经典工作。在基于农林业应用为背景的研究中,实现各种植物构造模型以及模拟植物各类花序能力,已经成为检验形态发

生模型有效性的重要内容。

### (三) 生理生态模型

在生态生理模型方面,主要的建模工具可以归纳为传统数学方法(如数理统计、非线性函数、偏微分方程等)和人工智能方法两大类。

数理统计方法是植物建模中的常用工具。该方法基本上不考虑生态生理方面的功能原理,而是根据试验样本的统计数据建立数理关系。因此,由数理统计方法发展的模型在解释植物生长机理、应用普适性方面有局限性。应用数理统计方法,可以得到统计式的经验公式,或确定式的非线性表达式。其中以非线性函数为工具的描述型模型具有许多优点。首先,该模型是建立在实验观测数据基础上,在可控的环境条件(如温室)下模型预测结果比较可靠;其次,该类模型简单、待定系数少、特别适于预估植物的各个生理生长阶段。因此,非线性函数在农作物及花卉生产中得到了广泛的应用。如许多研究者应用各类多项式、指数函数、双曲函数、S—曲线等描述农作物的生长周期、产量预估、光合作用、养分分配、叶片生长、以至环境因素等。其中各种S—曲线被大量用于近似拟合植物节间长度、叶片尺寸等生长数据,并被称为生长曲线(growth functions)。另一方面,偏微分方程可以认为是基于解释型的建模工具。如 de Reffye 等基于水动力微分方程来建立植物水分传输模型。

从20世纪80年代起,以专家系统为内容的人工智能方法在植物生长建模研究中得到了发展,并获得了相当广泛地应用。最为著名的是美国农学家开发的COMAX(Cotton Management Expert System)—棉花生产管理专家系统。专家系统建模方法的优点在于以农业专家经验为基础,通过知识库与决策推理系统,来模拟农业专家进行推理、判断和决策的过程。由此可以充分、广泛地应用专家知识,并特别适用于处理机理不明、难于数理化的问题。但是,该建模方法本身决定了它的局限性。首先,如何全面地获得专家经验不是一项容易的工作;其次,模型的有效性极大地依赖于专家的所在地域;最后,当专家经验冲突时,模型不能保证得到正确推断。

人工智能方法在植物生长建模研究中的进一步发展是人工神经网络、模糊系统、遗传算法的应用。Elizondo等应用人工神经网络方法预测花卉开花期及豆类作物生理成熟度。模型的输入信息为每日中的最高、最低环境温度、光照量、种植期与开花期等,通过训练数据调整模型参数,利用该模型对未经训练的数据进行预测,其平均预测误差分别为0.143天与2.19天。Center与Verma应用模糊建模方法构造了西红柿作物的光合作用模型。该模型表达了温度、二氧化碳浓度、光照强度三个变量与光合作用总量的关系。



到目前为止,传统数学方法仍在生态生理建模方面占有主导地位。因为这些方法更适合于功能原理方面的解析表达。而应用人工智能方法建立的模型一般说来是描述式、非生理式的。如果说专家系统与模糊建模方法还能利用专家知识,那么人工神经网络方法基本上是一种“黑箱操作”,模型的内参数不具有任何物理意义。当考虑的输入变量很多,输入变量与输出结果的机理关系十分复杂时,人工神经网络方法将会显示出较大的优越性。

## L 系统

1968年,匈牙利生物学家 Lindenmayer 提出了著名的 L 系统,成为植物生长建模的主要方法之一。这是一种字符改写系统,即形式化语言方法,通过对植物对象生长过程的经验式概括和抽象,构造公理(axiom,可以理解为初始状态)与产生式集(set of productions,可以理解为描述规则),生成字符发展序列(developmental sequences of words),以表现植物的拓扑结构。它是描述植物生长的数学模型,其基本思想可解释为理想化的树木生长过程:从一条树枝(种子)开始,发出新的芽枝,而发过芽枝的枝干又都发新芽枝……最后长出叶子。这一生长规律体现为斐波那契数列:1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ……

记该序列的第  $n$  项为  $F_n$ , 则有递推关系式:

$$F_n + 2 = F_n + 1 + F_n \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$



图 9.1 L 系统形成的二维树

根据 L 系统的基本思想,我们先建立二维树的数学模型:从树干开始,然后沿着树干逐渐扩展到连接的树枝,再以递归的方式进行同样的过程,该过程持续到最终分枝。为简明起见,在这一模型中,每一树枝都化为一条直线,每次循环,树枝都被缩放、旋转和平移到其父枝的新位置上(图 9.1)。

以 L 系统作为数学理论框架,研究植物的进化和造型,Smith、Anono 和 Kunii 率先将 L 系统引入到计算机图形学中,显示了 L 系统在计算机模拟植物方面的潜力,为计算机模拟植物的真实感图形提供了强有力的工具。为建立完整有效的植物模型,L 系统的功能被不断扩展。加拿大学者 Prusinkiewicz 为 L 系统的发展做出了杰出的贡献。下面对 L 系统进行介绍。

## (一) 重写 (rewriting)

L 系统的中心概念就是“重写”。概括地说, 重写是定义复杂物体的技术, 它根据一组重写规则或产生式 (production) 依次替换一个简单初始物的每一部分, 从而不断地生成复合形状并用它来取代初始简单物体的某些部分以定义复杂物体。通常, 重写可递归地进行下去。字符串重写系统是研究得最多的重写系统。

字符串即按一定规律的排布的字符集合。它可以包含短语、字母、数字或标点符号, 一般用大写字母书写。字符串替换 (string replacing) 可以定义为根据一组改写规则或产生式依次替换一个初始字符串的每一部分, 即给出初始物 (一条字符串) 后, 根据产生式规定的替换规则去替换初始字符串中的每一个字符。这种替换的次数是无穷的, 可得到无限推导序列。替换中每一次反复称之为字符串的深度。例如深度为 3, 就表明字符串替换进行了 3 次。以下是一个例子。

初始符  $\omega$ : AB;

产生式  $p_1$ :  $A \rightarrow AB$ ;  $p_2$ :  $B \rightarrow A$

表 9.1 重写迭代表

深度	生成物	解释
0	AB	深度为 0, 替换结果即初始符
1	ABA	根据产生式, 将初始符中的 A 用 AB 替换,
2	ABAAB	B 用 A 替换。以下反复依次类推
3	ABAABABA	同上
N	...	同上

L 系统在图像生成应用中所取得的巨大成功与它的并行操作机制是分不开的。“并行”在 L 系统的含义指组成该系统的生成规则对每个输入的字符串的所有字符是同时起作用的。一方面, 并行机制使 L 系统与分形结构紧密相连, 另一方面, 使植物按并行方式生长。因此, 并行机制是植物模拟中的重要因素。

假如我们观察一下真实植物的生长, 就可以发现它们从种子开始 (L 系统中称之为初始物), 每一个细胞都根据由 DNA 决定的生长法则不断地繁殖自身, 每一根枝条也会抽出与自身几乎一样的新枝, 最终生成一棵完整的植物。以上观点说明:

当  $n = 1$  时植物在  $n = 0$  的基础上抽出两条新枝, 则原本的枝干变成旧枝,

而且再也不会抽出另外的新枝。从中可以看出二叉树按两条规律生长：一是每个反复中，新枝将会抽出另外三条新枝，而且自己变旧。二是枝条会继续生长，但旧枝不再抽新枝。假如我们用字符 F 来代替新枝，G 代替旧枝，那么从初始物 F 开始，每次用 G 代替 F，并加上 FF，继续反复并转换成图像，就能简单地用字符串替换算法生成植物。正是字符串替换的思想，为植物的模拟提供一个简单快捷，而又强有力的武器。

## (二) DOL 系统

早期的 L 系统简称为 DOL 系统。前缀 D 代表确定性，O 代表上下文无关 (context free)。通过加上几何形态信息，诸如线段的长度和线段的转角等，DOL 系统利用“乌龟行走式解释算法 (turtle interpretation)”，可模拟分形几何图形。

根据已有的文献，DOL 系统的明确定义具有以下几点：

给定字符序列构成的字母表，记为  $\nu$ ，这些字符序列也称为模型；

一个词是有序的字符，这些字符属于集合  $\nu$ ，用  $\nu^*$  表示这组词集合， $\nu^* \in \nu$ ；

植物的产生式由字符对  $(\alpha, u)$  表示，记为  $\alpha \rightarrow u$ ， $\alpha$  表示一个字符， $u$  表示一个单词且非空， $\alpha$  称作前驱， $u$  称作后继；

DOL 系统用三元组表示记为： $G = \langle \nu, \omega, P \rangle$ ， $\nu$  是字符集， $\omega$  是起始符号元，用以确定字符串的初始状态， $\omega \in \nu^*$ ， $P$  是建模植物的生成规则，也就是替换规则集，是产生式的有限集合。

产生式  $\alpha \rightarrow u$  表明要匹配生成规则  $\alpha$ ，如果没有特别给定  $\alpha$  的后继，产生式的后继就表示为  $\alpha \rightarrow \alpha$ 。产生式也可以去除当前规则并用 \* 或  $\varepsilon$  作为后继表示。“字符串替换”就是应用产生式的过程和创建新字符串式。它是 L 系统的核心思想。L 系统通过一系列字符串来描述分形树木图形特征。

应用 DOL 系统生成植物的著名示例是有关植物生长片段的串珠状淡水项圈海藻生长描述。由多细胞构成的植物片段生长可以用一个和两个状态表示：幼年时期（短小状态）和即将分化（较长状态）。这些细胞也可能有两种极性。极性表明哪一个子细胞将会是短状态。下面用 a 和 b 表示这两种状态，脚标 l 和 r 表示两种细胞极性来描述串珠状项圈藻生成规则：

Axiom:  $\alpha_r$

$p_1: \alpha_r \rightarrow \alpha_l b_r$

$p_2: \alpha_l \rightarrow b_l \alpha_r$

$p_3: b_r \rightarrow \alpha_r$



$$p_4: b_1 \rightarrow \alpha_1$$

以  $\alpha_r$  开始, 通过生成序列——“字符串替换”, 我们可以得到如图 9.2 的字符序列及直观图示。

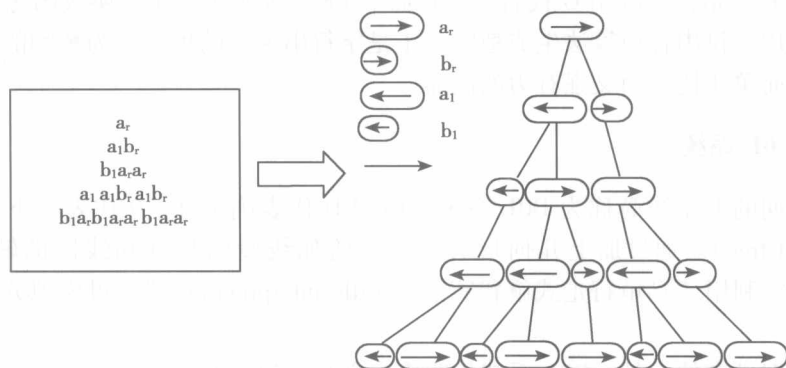


图 9.2 字符序列和图示

### (三) 龟形 (turtle)

从重写的概念可以看出, L 系统中的初始物 (亦称公理) 和产生式均是由字符串描述的。究其本质, L 系统是一种形式语言。若要将 L 系统与图形联系起来, 就需给 L 系统中每一个字母赋予一个特定的图形含义, 也就是给 L 系统以图形说明, 用以表示类似真实的植物结构。为了形象地说明, 可以引进龟形这个概念。最初的龟形来自于一个称为 LOGO 的内置了制图字符指令集的绘图软件。Prusikiewicz 叙述龟形的本质就是一个运动指针。

下面介绍龟形说明的思想: 将龟形状态定义成一个三元素集合  $(x, y, \alpha)$ , 其中笛卡尔坐标  $(x, y)$  表示龟形的位置, 方向角  $\alpha$  表示龟形的方向, 给出步长  $d$  和角增量  $\delta$ , 龟形对应于下列命令。

$F(d)$ : 向前移动一步, 步长为  $d$ , 龟形状态变为  $(x', y', \alpha)$ 。

其中  $x' = x + d \cos \alpha$ ,  $y' = y + d \sin \alpha$ , 在点  $(x, y)$  和  $(x', y')$  间画一直线段。如果角度增量步长为 0, 则表示画直线  $(x, y) (x', y')$ ;

$+(\delta)$ : 向左转  $\delta$ , 龟形的下一状态为  $(x, y, \alpha + \delta)$ , 角的正向为逆时针方向;

$-(\delta)$ : 向右转  $\delta$ , 龟形的下一状态为  $(x, y, \alpha - \delta)$ 。

给定一个字符串, 龟形的初始状态  $(x_0, y_0, \alpha)$  以及固定参数  $d$  和  $\delta$ ,  $\omega$  的龟形说明就是由与  $\omega$  相应的龟形画出的图形。L 系统的初始物的龟形说明即



为初始图, 产生式的龟形说明即为生成元图形。生成元由  $N$  个边长均为  $r$  开的有向折线组成。因此, 构造的每个阶段都从折线开始, 用生成元代替每个直线段, 压缩生成元, 并把它们放在与原来直线段有相同端点的位置上。

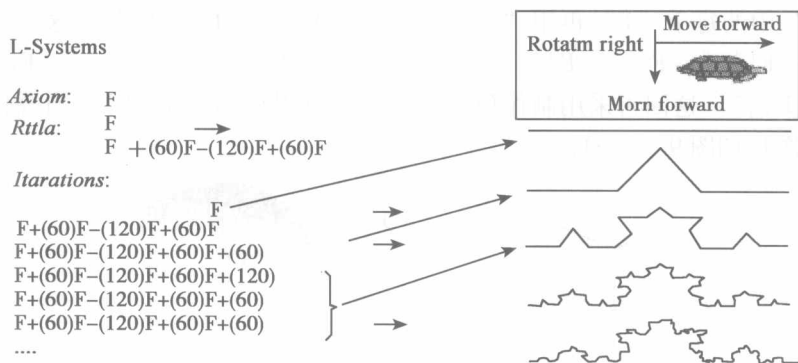


图 9.3 龟形示例图

图 9.3 是对龟形的生动解释。它是试验生成的 Koch 雪花图形, “F” 表示向前走一步, “+” 表示逆时针转  $60^\circ$ , “-” 则表示顺时针转  $120^\circ$ 。

如图 9.3 所示, 应用 DOL 系统生成的 Koch 曲线, 起点和终点都是惟一的, 且整个曲线既没有断点也没有相互交叉的线段。但在自然界, 植物不仅种类繁多, 而且形态千姿百态, 结构千变万化。像树、灌木和花草等会出现一个起点 (树干与地面的接触点) 和多个终点 (树枝的末端), 称之为分枝结构, 它在某些关键点会出现多个行走方向。因此对于这些描述对象, 不能用简单的直线段作为其初始状态, 而应采用较为复杂的形状, 并通过改变树枝的数量、大小和方向等来建立不同的模型。仅给出上述几个字母的龟形说明还不够, 若要模拟树木的分叉, 就需引进两个新的符号, 用龟形解释如下:

“[”: 将龟形的当前状态压入堆栈, 存入堆栈的信息包括龟形的位置和方向, 可能还有其他属性, 如所画线段的颜色及宽度。

“]”: 从堆栈中弹出一个状态作为当前状态, 不画线, 尽管龟形的状态通常是改变的。

如给予龟形一条命令:  $FF [+F] [-F]$ , 龟形即做以下操作——首先向正方向移动  $2d$  个单位, 到达 A 点, 然后把当前位置存入栈中, 再逆时针旋转  $\delta$ , 并移动  $d$  个单位, 出栈 (回到 A 点) 再入栈, 最后顺时针旋转  $\delta$ , 并移动  $d$  个单位, 出栈再回到 A 点, 就能得到一棵具有一定形态的子树。

再看一个详细的例子: 假设 “F” 告诉计算机向前移动一个单位, “{” 为增加直线的长度。现在, 我们就以 “F” 开始, 设规则是 “ $F \rightarrow \{ \{F \} \} [+$

F] [-F]”。因此，我们就以“{ {F} } [+F] [-F]”代替“F”。“{ {F} } [+F] [-F]”就是第一次迭代的结果，如果我们按照龟图的方式做出这个字符串，结果如图 9.4 (a) 所示。让我们继续应用规则，把“{ {F} } [+F] [-F]”中的每个“F”再用“{ {F} } [+F] [-F]”代替，这就变成了“{ { { {F} } } [+F] [-F] } } [+ { {F} } [+F] [-F] ] - { {F} } [+F] [-F] ]”。这回再采用制作龟图的方法，就得出图 9.4 (b)，当叠代次数为 8 时图形如图 9.4 (c)。

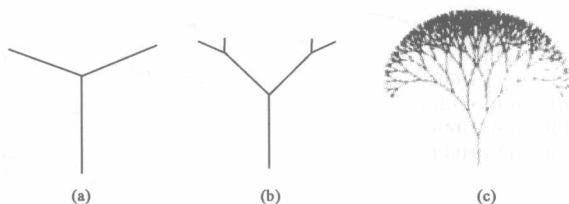


图 9.4 龟形生成树形图

图 9.3、图 9.4 中生成的图形是二维的平面图形结构，如果要用三维树形结构，可以将二维龟形扩展到三维空间上，用矢量 ( $\vec{H}$ ,  $\vec{L}$ ,  $\vec{U}$ ) 表示。它们分别表示龟形的向前、向左、向上的方向，均以单位长度前进，且龟形的旋转方程表示为：

$$[\vec{H}, \vec{L}, \vec{U}] = [\vec{H}, \vec{L}, \vec{U}] \times R_{3 \times 3}$$

其中  $R_{3 \times 3}$  是  $3 \times 3$  旋转矩阵。关于向量旋转  $\alpha$  角度的矩阵表示为：

$$R_U(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_L(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha & 0 & -\sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{bmatrix},$$

$$R_H(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}$$

用三个互相垂直的空间矢量表示龟形如图 9.5。

$H$  表示向前方向， $L$  表示向左， $U$  表示向上。

用下列带参数的符号控制龟形的空间方向：

+ ( $\delta$ )：用旋转矩阵  $R_U(\delta)$  表示向左转  $\delta$  角；

- ( $\delta$ )：用旋转矩阵  $R_U(-\delta)$  表示向右转  $\delta$  角；

& ( $\delta$ )：用旋转矩阵  $R_L(\delta)$  表示向下转  $\delta$  角；

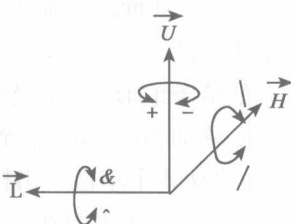


图 9.5 龟形空间表示



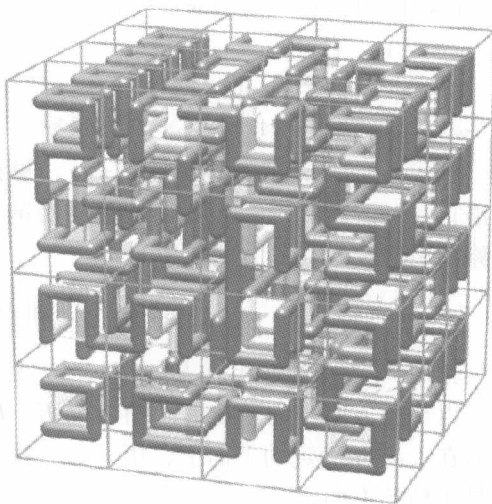
$\wedge(\delta)$ : 用旋转矩阵  $R_L(-\delta)$  表示向上转  $\delta$  角;

$\backslash(\delta)$ : 用旋转矩阵  $R_H(\delta)$  表示左滚动  $\delta$  角;

$/(\delta)$ : 用旋转矩阵  $R_H(-\delta)$  表示右滚动  $\delta$  角。

图 9.6 是一个典型的 L 系统生成的希耳伯特三维曲线实例, 给出了由 L 系统生成的由 A (红色)、B (蓝色)、C (绿色)、D (黄色) 组成的三维立体框架图形。

带括号的 0L 系统的派生方式与不带括号的 0L 系统相同, 括号重写为其自身。这样, 我们就可由上文介绍的派生方式和龟形解释来生成各种二三维图形。图 9.6 为带括号的字符串  $F(2)[-F[-F]F]/(137.5)F(1.5)[-F]F$  的三维龟形解释, 例子中 - 或 + 的旋转角度为  $450^\circ$ ,  $F(2)$  中的 2 意指向前移动并画 2 个单位距离线段, 1.5 指 1.5 单位距离线段, 137.50 指龟头指向绕 X 轴左转



$n=2, \delta=90^\circ$

A

A  $\rightarrow B-F+CFC+F-D&F^d-F+&&CFC+F+B//$

B  $\rightarrow A&F^cF^bF^d-F-D^dF^bF^cF^a//$

C  $\rightarrow D^dF^b-F+C^cF^a&F^a&F^cF^c+F+B^bF^d//$

D  $\rightarrow CDB-F+BIFA&F^a&F^bF^b-F+B/FC//$

图 9.6 L 系统生成的希耳伯特曲线

$135^\circ$ 。如图 9.7。

例如一个 L 系统描述如下:

$r_1 = 0.9$  /\* 树主枝的缩短比

例 \*/;

$r_2 = 0.9$  /\* 树分枝的缩短比

例 \*/;

$\alpha_0 = 45^\circ$  /\* 旁枝与主枝间的夹角 \*/;

例 \*/;

$\alpha_2 = 45^\circ$  /\* 旁枝上各分枝间的夹角 \*/;

例 \*/;

$d = 137.5^\circ$  /\* 旁枝与旁枝间的夹角 \*/;

例 \*/;

$\omega_r = 0.707$  /\* 树枝宽度的比

例 \*/;

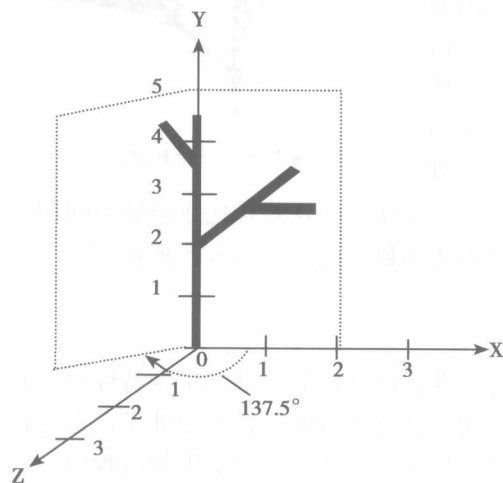


图 9.7 带括号的三维龟形解释图

$\omega: A(1, 10);$

$p_1: A(1, w) \rightarrow ! (w) F(1) [\& (a_0) B(1 \times r_2, w \times w_r)] / d) A(1 \times r_2, w \times w_r);$

$p_2: B(1, w) \rightarrow ! (w) F(1) [- (a_2) \$ C(1 \times r_2, w \times w_r)] C(1 \times r_1, w \times w_r);$

$p_3: C(1, w) \rightarrow ! (w) F(1) [+ (a_2) \$ B(1 \times r_2, w \times w_r)] B(1 \times r_1, w \times w_r)。$

其中! (w) 设置线宽为 w, 子枝与母枝之间宽度比为  $w_r = 0.707$ ; 符号 \$ 是沿自身轴旋转龟形, 使指向龟形左边的向量 L 转到水平位置, \$ 按下列公式修改龟形在空间的方向

$$\vec{L} = \frac{\vec{V} \times \vec{H}}{|\vec{V} \times \vec{H}|} \text{ 和 } \vec{U} = \vec{H} \times \vec{L},$$

其中 V 是重力的相反方向, |A| 表示向量 A 的长度, 在确定分支平面时, 以母枝方向作为子枝的向前方向 H, H 与 V 叉乘得到子枝的向左方向 L, 然后在 L 与 H 确定的平面上, 用二分法找到与 H 夹角为  $-\alpha_2$  或  $\alpha_2$  的向量, 这就是子枝的方向。

由上述 L 系统可绘制出图 9.8 中的三维树枝。

在此基础上, 还可以给光秃秃的树枝点缀上花朵、叶子及圆果实。圆果实的造型很简单, 即球型。叶子的建模依然采用 L 系统的文法, 只是产生式及参数不同, 绘制出的叶子可以是蒲扇型的平面叶子。花的建模可以不采用 L 系统的文法。每朵花都是由一些花瓣按一定方式组合在一起形成的, 要模拟花的形状, 首先要模拟花瓣。仔细观察各种



图 9.8 三维树木

花瓣的形状, 无非是各式各样的空间曲面。这样, 画花就转化成绘制空间曲面的问题。使用编程软件中图形库的空间曲面函数, 就可以生成各种花瓣。

#### (四) 随机 L 系统

从生物学的角度来看, 由于生物趋光性、向地性等一系列生物特性以及其他自然因素的影响, 植物在生长过程中同一节点树枝的生长角度处于动态变化中, 且树枝的生长速率也不尽相同。也就是说, 在植物模拟实现的过程中, 给定的旋转角度和步长不应该是一成不变的, 而应该是以某一角度和步长为中心在一定的范围内摆动。在此, 给旋转角度加入一个扰动变量为  $\beta$ , 使得旋转角



图 9.9 加入扰动变量的分形树

度以  $\delta$  为中心在  $(-\beta/2, \beta/2)$  区间内波动；给步长加入扰动变量为  $\rho$ ，使步长以给定步长为中心在  $(-\rho/2, \rho/2)$  区间内波动。图 9.9 就是图 9.1 加入扰动变量  $\beta$  和  $\rho$  后的图形。这里，取角度扰动变量的区间为  $(-5^\circ, 5^\circ)$ ，步长扰动变量的区间为  $(-20, 20)$ 。

在旋转角度和步长上加入扰动变量后，生成的图形有了一定的改观，但由于其生成规则单一，所以生成的图形还是显得呆板。为了生成更为真实的图形，在 L 系统中引入随机量  $\pi$ ，使不同的生成规则  $P$  出现在同一 L

系统中，并且使  $\sum_{i=1}^n \pi(P_i) = 1$ 。图 9.10 是采用随机 L 系统的数学模型生成的植物图形。

初始状态  $\omega$ : F

旋转角度:  $\delta = 25^\circ$

生成规则  $P_1$ :  $F \rightarrow F [-F] [+F] F$

$P_2$ :  $F \rightarrow F [+F] F [-F+F]$

$P_3$ :  $F \rightarrow FF+ [+F-F-F] - [-F+F+F]$

这里取  $\pi(P_1) = \pi(P_2) = \pi(P_3) = 1/3$ ，且  $\pi(P_1) + \pi(P_2) + \pi(P_3) = 1$ 。

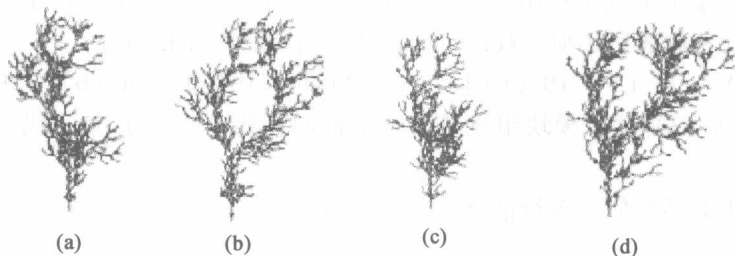


图 9.10 加入随机性的分形树

随机 L 系统克服了确定性 L 系统只能生成规则分形图形的局限，可构造随机的植物拓扑结构，使表现不同形态的规则按照不同的概率随机出现，从而产生更加贴近自然的、生动的植物图形。

### (五) 参数 L 系统 (Parametric L-systems)

前面介绍的 DOL 系统可以表示定性的信息，这些信息中的不同模块表示了模型的不同组成部分，如细胞或者动植物组织。运用大量的 DOL 字符串模

式可以表示诸如结点长度、旋转角度等。从图 9.3 中, 可以看到 Koch 雪花的生成, 就是一个典型的示例。但是, 最为简单的 DOL 字符串模式却不能表达一个简单的等边直角三角形。这是因为这样的三角形的边长存在无穷小数形式。参数 L 系统打破了这样的局限。

参数 L 系统的本质是它的模块由具有很多参数的符号组成。模型的建立, 依据实际观测得到的参数值控制。更有利的是, 正式的参数可以使用特定算法表达。这种表达可以用来计算得出子代参数值。

后来, 人们给出了正式的 Parametric DOL 系统定义:

$v$ : 是字母表;

$\Sigma$ : 表示正式的参数集合;

$C(\Sigma)$ : 是根据参数集  $\Sigma$  得出的逻辑表达集合;

$E(\Sigma)$ : 是根据参数集  $\Sigma$  得到得算法表达集合;

$\omega \in (v \times R^*)^+$ : 表示非空的带参数的字串公式;

$P(v \times \Sigma^*) \times C(\Sigma) \times (v \times E(\Sigma))^*$ : 生成串定义。

$P$  是由参数控制产生的生成序列集合, 当代 (cond) 产生子代 (succ), 祖先代 (pred) 是当代 (cond) 的前一代。

$\text{pred} \in (v \times \Sigma^*), \text{cond} \in C(\Sigma), \text{succ} \in (v \times E(\Sigma))^*$

字符串的重写替换在参数 L 系统中是相当复杂的, DOL 系统却不能胜任。任何参数 L 系统生成字符串要注意: 模块字符串需要匹配祖先的字符串; 左右代模块的参数数目必须一致; cond 的状态需要和实际相吻合。

例如  $A(t): t > 5 \rightarrow B(t+1) A(t/2)$  可以用到模块  $A(6)$  上并能产生由  $B(7) A(3)$  两个模块组成的参数字符词。其中  $A(t)$  是父代,  $t > 5$  是判断条件。

参数化 L 系统使 L 系统能够模拟时延信息。

## (六) 上下文关联 L 系统 (Context-sensitive L-systems)

上下文 (也可称为左右) 不关联的 L 系统 (Context-free L-systems) 在产生子代字符串时, 不用考虑父代和祖先的模块特征。上下文关联 L 系统可以从祖先或者相邻代推断即将生成的模块。在建模的模块结构中传递特有的信息流, 使得现场关联 L 系统非常必要。已有的例子展示了在植物结构中如何传递营养和荷尔蒙信息。上下文关联 L 系统的表达式如下:

$lc < \text{pred} > rc: \text{cond} \rightarrow \text{successor}$

lc: 左关联, rc: 右关联, pred: 祖先, successor: 子代

祖先的三个组成部分被 “<” 和 “>” 隔离开来。一些规定限定了上下

文关联 L 系统生成模型各代的方法——匹配生成 (matching production)。

### 1. 匹配生成 (matching production)

用上下文场关联 L 系统生成各代模块时, 运用字符串的重写规律生成模块表达式, 需要决定各代字串的表达形式 (内容)。我们称决定子代生成字符串表达式的过程为匹配生成 (matching production)。对每一个字符串表达的模块, 生成模块需要检查是否匹配。生成模块根据 L 系统生成的模块序列选择匹配合格的字符串。

只有完全匹配祖代的三个组成部分后, 才能确认子代匹配生成。三个组成部分 (lc, pred, rc) 的匹配规律不同是由于 L 系统是枝状结构的表示方法, 对字符串对称操作没有对应枝状结构的对称操作。到目前, 还没有发现更好的枝状结构的关联关系定义。

考察匹配生成就需要研究 L 系统的信息迅速传递的内容。当考察匹配后关联时且在关联中的模式于字符串表示的模式不一致, 就需要运用以下规律:

- 如果字符串中模式是 “[”, 模式的期望值匹配字符不是 “[”, 则忽略这个枝结构。即使两个拓扑相关的模式被侧向枝结构所分割, 我们仍然可以根据规律发现模式是拓扑相关的。图 9.11 表明, 侧枝 B 被忽略的模式匹配生成;

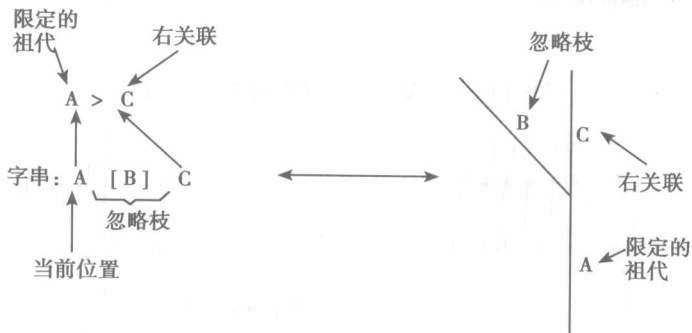


图 9.11 右关联匹配, 侧向枝结构 B 被忽略

- 如果根据右括号, 枝结构的后关联终结, 那么剩下的枝结构被忽略并回归到第一次未匹配的括号 “[”]”。这种规律也反映了枝结构的拓扑结构而不是其本身的字符替换。图 9.12 表明, 模式 C 比 D 更近于 A。

- 如果从一个给定的枝点有多个侧向枝结构延伸, 那么图 9.12 的祖先代需要考察第一个枝结构, 图 9.13 展示了这样的情况。要明确哪个枝结构被忽略, 就需要考察枝结构开始点, 图 9.14 给出了这样的情况。图 9.12 仅仅表示了目前的 L 系统龟形符号所表示的简单生成规律。

除了利用括号 “[ ]” 明确指定枝结构外, 现有的 L 系统没有更多方法指定第 2 和第 3 条侧向枝结构。



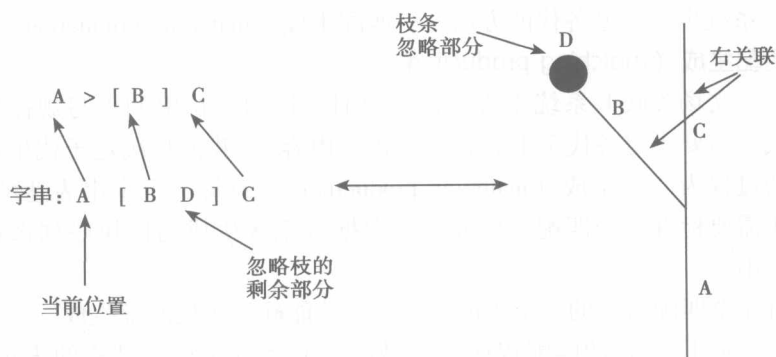


图 9.12 右关联匹配, 剩余侧向枝结构 D 被忽略

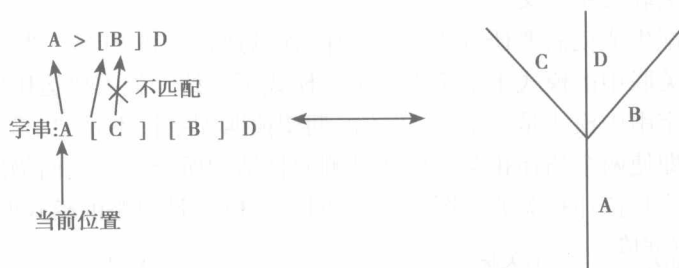


图 9.13 右关联匹配, 多侧向枝结构问题

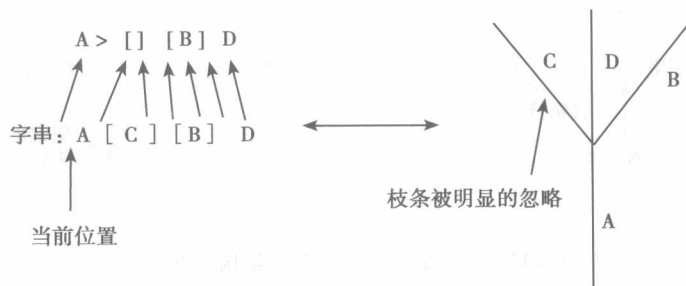


图 9.14 右关联匹配, 多侧向枝结构规则

考察现场关联 L 系统左关联匹配生成时, 要运用以下两点规律:

- 模式 “ [ ” 被忽略, 因前面的模式将是拓扑关联的, 图 9.15 表明这样的情况;
- 如果模式表明枝结构的结束, 那么整个枝结构将被忽略, 图 9.16 显示了其匹配生成规律。

图 9.15 显然表明, 左右关联是不对称的: 模式 C 是 A 和 B 的前关联, 但是 C 的后关联是 B。前关联可以认为是父模式: 是枝结点开始前的模式。即 C



是 A 和 B 的父代。主枝和侧枝的区分在于人工，放到自然界，就是由生物决定。

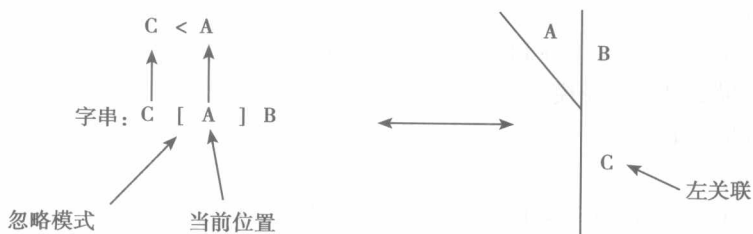


图 9.15 左关联匹配，枝结构的开始模式“[”被显形忽略

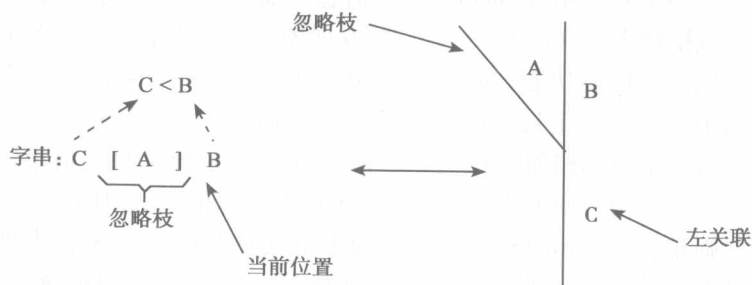


图 9.16 左关联匹配，侧向枝结构被显形忽略

## 2. 忽略及选择的模块

L 系统可以表示植物生长时传递某种激素过程。图 9.17 表示的就是用现场关联 L 系统模拟向上生长植物的简单模式。

Axiom[+[J]I[-J]I[+J]I[-J]I(+J)I[-J]I

$p_1: I < J > I$

$p_2: I + < J > I$

$p_3: I - < J > I$

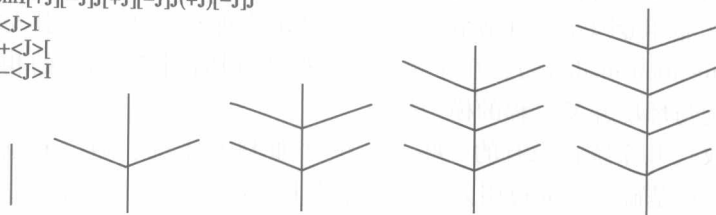


图 9.17 向上信号在植物中生长

图 9.17 由三代组成： $p_1$  负责对主枝干传递信息， $p_2$  和  $p_3$  对侧枝传递信息。三代构成非常重要，因为 J 由  $a+$  和  $a-$  驱使前进，在  $p_1$  中的左关联不能匹配模式  $I[+J]$  和  $I[-J]$ 。为了形象表达效果， $p_2$  和  $p_3$  没有加入新的信息。

考虑到忽略和选择两种表述方法，图 9.17 可以表示为以下两种模式：

### (1) 模式 1, 忽略模式

ignore: + -

Axiom:

I [ +J] [ -J] J [ +J] [ -J] J [ +J] [ -J] J

### (2) 模式 2, 选择模式

consider: I

Axiom:

I [ +J] [ -J] J [ +J] [ -J] J [ +J] [ -J] J

Lindenmayer 曾将植物单元间的信息传输分为两种形式: 胞后代 (cellular-descent) 信息与交互作用 (interaction) 信息。前者体现了子代单元是继承了父代单元, 或植物内因 (endogenous) 的发展现象。应用上下文无关 L 系统可以实现胞后代信息传输功能, 而上下文相关 (context - sensitive) L 系统的提出主要是用于表现植物生长过程中的外因 (exogenous) 发展特征: 植物器官单元的发育与发生与其相邻器官状态是相关的。1L 系统是只包括单边的上下文相关系统。当采用左相关语法时, 该系统可以模拟植物从根向茎、叶的信息传输, 反之则相反。Kurth 与 Sloboda 认为上下文相关的 L 系统在表现与环境交互方面是有缺陷的, 因为上下文相关功能只能提供局部的敏感性。因此, Mech 与 Prusinkiewicz 发展了所谓的“开放式 (open) L 系统”。

## (七) 开放式 (Open) L 系统

植物在整个生长过程中都离不开周围环境的作用或干扰, 在建立植物生长模型时除了要分析植物器官的几何形态及拓扑结构变化外, 还要考虑影响植物生长的外部环境因子。开放式系统在形式化公理与产生式中引入了交流单元 (communication modules), 用于传送、调整“环境植物”两方的相互信息, 以实现植物与环境并发过程的模拟研究。

开放式 L 系统在原有的一些 L 系统 (如 DOL 系统、随机 L 系统及参数式 L 系统等) 基础上, 通过引入函数表达式  $E(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , 建立植物与外部环境之间的信息交互方式。为此, 开放式 L 系统可以看成是一个有序的六元组:

$$G = \langle v, \Sigma, \Pi, E, \omega, P \rangle$$

其中,  $v$  表示系统字符集;  $\Sigma$  为形式参数集合;  $\Pi$  为随机概率作用函数集合, 表示各个产生式  $P$  被应用的概率, 其函数值之和为 1;  $E$  为信息传递函数, 在建模时其前面通常要加字符“?”, 用来表示植物与环境之间的数据信息传递;  $\omega$  是由非空字符组成的, 称为公理;  $P$  是由有限个产生式组成的



集合。

开放式 L 系统建模的一般形式表示如下：

$$\begin{aligned} \omega &: \text{axiom}; \\ \text{pi} &: \text{lc} \langle \text{pred} \rangle \text{rc} : \text{cond} \rightarrow \text{succ} : \text{prob}; \end{aligned}$$

在产生式  $\text{pi}$  中,  $\text{pred}$  和  $\text{succ}$  分别称为前驱和后继。 $\text{lc}$  和  $\text{rc}$  分别表示与前驱相关的上下文, 只有当前驱出现该上下文时才能使用对应的产生式  $\text{pi}$ 。 $\text{cond}$  是该产生式应用的前提条件。 $\text{prob}$  表示该产生式被应用的概率。这样, 在开放式 L 系统中, 就可以根据植物的形态及生理特性建立相对应的生长模型, 从而生成不同的植物形态及拓扑结构。

Mech 与 Prusinkiewicz 给出了典型的应用实例之一是植物根系的发展过程模拟。除了给定根系模型之外, 还给出了土壤中水含量的模型。该研究从原理上表现了植物与局部环境的动态耦合过程, 即根系的吸水效应改变了周围的土壤水分含量, 而水分含量分布的变化又影响了根系的发展方向。

此外, 为了模拟植物的连续生长过程, Prusinkiewicz 等提出了时变 L 系统。为了能够进一步应用微分方程表示植物的连续变化过程, Prusinkiewicz 等又提出了微分 L 系统 ( $\text{dL-system}$ )。

## (八) L 系统表达植物结构形态的机制

### 1. 分枝与字符串的关系

在前述文法的基础上, 通过赋予字母相应的图形意义, 不同的生成规则即可模拟不同植物的拓扑结构。下面我们分析一下相关的控制机制, 并在此基础上探讨 L 系统代码构造的规律。为了清晰可见, 以下凡大写字母均表示按给定距离向前一步并画线段, 分枝的转角暂不考虑。

首先注意到分枝在字符串中是由括号 [ 和 ] 所界定的, 且其中还可以嵌套。所以通过观察生成规则就可以很快地确定出分枝形态, 如: 按上一段落约定, 字符串  $\text{AB} [\text{CD}] [\text{E} [\text{F}] \text{G} [\text{H} [\text{I}] \text{J}] \text{KL}]$  就表示图 9.18 所示的分枝结构。反之, 在设计指定结构的 L 系统时, 分枝的表达也十分方便。

### 2. 无主干的植物拓扑结构表达机制

对于藻类、蕨藜类等许多低等植物通常没有明显的主干, 从根部就开始分裂, 形成荆棘丛生的现象。例如: 下面的 L 系统代码模拟了雾冰藜的结构:

$$\begin{aligned} \omega &: \text{F}, \\ \text{p} &: \text{F} \rightarrow \text{FF} - [ - \text{F} + \text{F} + \text{F} ] + [ + \text{F} - \text{F} - \text{F} - \text{F} ] \end{aligned}$$

符号 + 和 - 分别表示逆时针和顺时针旋转一定角度, 规则 P 表明每次迭代 F 长高并分出两个分枝, 没有主干, 即使在根部附近, 分枝过程照样进行。



### 3. 有主干的植物拓扑结构表达机制

对于一般植物的结构,上述方式就不合适,因为它们有主干,往往由顶芽生出新枝,同时作为内节点的茎也逐渐长高。因此需要不同的符号如 A 和 S 表示功能不同的顶芽部分和内节点部分,至少要两个生长规则来模拟这一过程:

$\omega$ : A

$p_1$ :  $A \rightarrow S [A] S [A] A$

$p_2$ :  $S \rightarrow SS$

其中  $P_1$  模拟由顶芽 A 生出两段新枝,  $P_2$  模拟内节点的长高。由此,可以得到一条较为通用的规律,即采用不同符号来区分植物结构中不同的功能部分,而每一条规则应有相对的独立性,以便于修改和进行进一步的细节调整。植物结构中的主干、分枝、叶、花、果等生长过程均可基于这一思想进行模拟。下面以小树苗的枝叶结构为例,构造 L 系统代码如下:

$\omega$ : A

$p_1$ :  $A \rightarrow I_0 [B] A$ ,

$p_2$ :  $B \rightarrow I_0 [L_0] [L_0] B$

$p_3$ :  $I_j \rightarrow I_{j+1}$

$p_4$ :  $L_j \rightarrow L_{j+1}$

上式中,符号 A, B 表示不同的顶芽;  $I_j$  ( $j=0, 1, 2, \dots$ ) 表示内节点;  $L_j$  ( $j=0, 1, 2, \dots$ ) 表示叶子;  $P_1$  生长规则表示段落 A 长成具有一个分枝 B 的枝桠;生长规则  $P_2$  表示顶芽 B 长出两片新叶;生长规则  $P_3$  表示随着  $j$  的增大作为内节点的枝干逐级伸长;  $P_4$  生长规则模拟新叶逐渐长大的过程。图 9.19 给出上述代码模拟的小树苗迭代 6 次的结果,其中叶子用椭圆表示。

上述过程分析了 L 系统代码控制植物拓扑结构的一般规律,在具体实现时,还有一些问题需要解决。比如:植物的总体形状千姿百态、极为复杂,仅靠拓扑结构构成一个粗轮廓是不可能生成逼真的植物图像。如何去模拟植物其自身内部的多种变化因素以及外部的一些物理或环境原因(如地球引力、光照条件、风向风力等)给植物生长带来的影响,从而更贴近实际去模拟植物生长过程,最终获得较理想的效果是一个关键性问题。

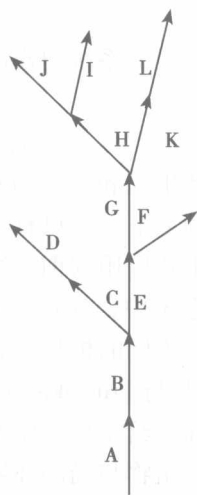


图 9.18 分枝与字符串关系示意图

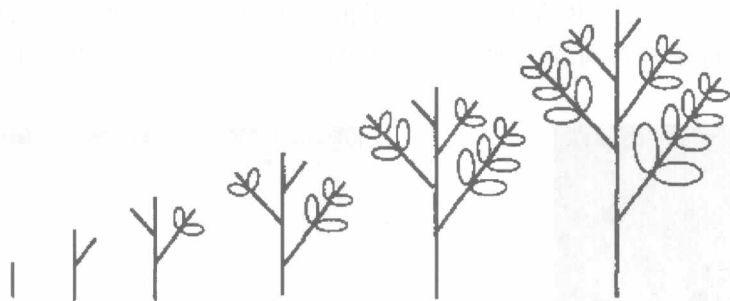


图 9.19 小树苗迭代图

## L 系统软件的开发及其应用

植物生长的建模与可视化有着广阔的应用前景。一方面可以用于农林业中植物的科学研究、生产过程管理、产量优化模拟与预测、城市景观设计等；另一方面，它在娱乐、商业、教育等行业中显示了巨大的潜在市场，如虚拟现实、计算机动画、游戏软件、商业广告、教育软件等方面。植物计算机模型根据应用目的大致可归结为以农林业应用为背景的模型和非农林业应用为背景的模型两大类。由于应用目的不同，其相应的软件功能和实现方式也产生了很大的差异。因此，相应地植物模拟软件也可分为两大类：应用于农林业研究的软件和单纯植物外观形态的模拟软件。

澳大利亚 Queensland 大学植物结构信息中心开发的植物模拟软件 FLORA-DIG 基于 L 系统建模方法，用于模拟棉花、大豆、玉米等农作物以及植物根系的生长，并研究病虫害对植物生长的影响。其实现的虚拟模型如图 9.20、图 9.21 所示。

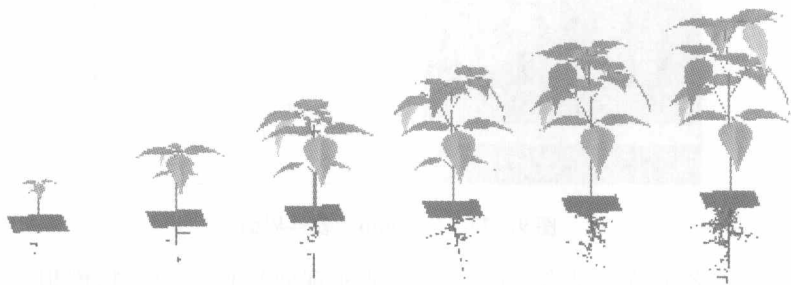


图 9.20 虚拟大豆生长模型

国内已有一些院校和科研机构使用 L 系统方法从事虚拟植物方面的研究，

如在叶、花、果、根建模方面，并实现了相关模拟应用以及软件。此外，对 L 系统算法进行了有益而深入地探讨，提出改善的开放式 L 系统、遗传 L 系统等。

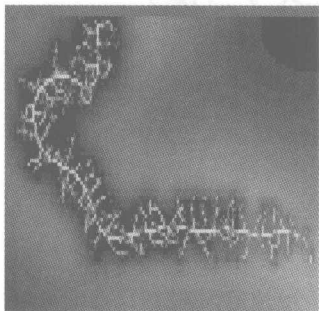


图 9.21 植物根模型



图 9.22 Virtual Plant 软件界面

基于 L 系统方法开发的最重要的软件是加拿大 Calgary 大学的植物模拟软件 L-studio。使用者首先根据其预先定义的解释符号，编制所要模拟的植物的 L 系统产生式，然后根据这些产生式生成植物图形。该软件功能较强，理论上能生成各种植物图形，在世界范围内得到广泛应用。

L-studio 的体系结构主要包括面向对象的文件系统 (oofs)、L-studio 的主要功能模块 (对象浏览器、编辑器、模拟器和环境程序)、运行窗口、可选的输出文件和外部程序 (图 9.23)。

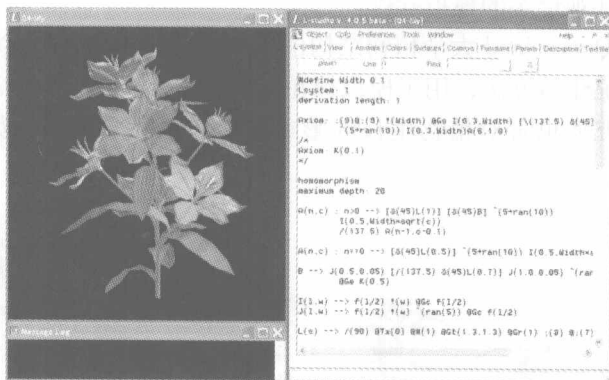


图 9.23 L-studio 软件界面

通过以上各部分的结合，L-studio 能实现效果良好的植物模拟。下面以 L-studio 的范例程序来加以说明：

打开 L-studio 软件 (图 9.24)，从 Object 菜单中选择 Open，打开 Open

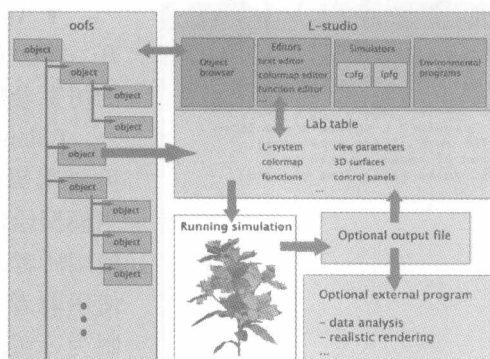
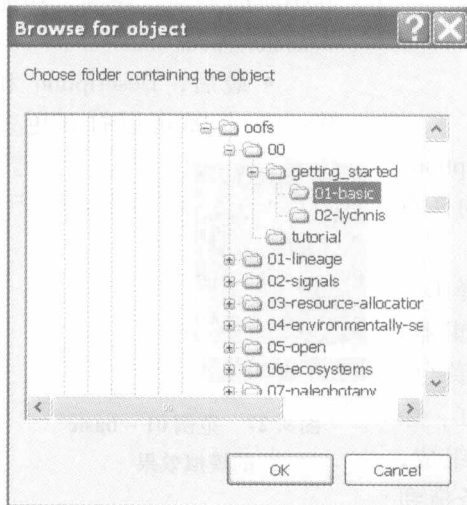


图 9.24 L-studio 体系结构图

对话框。在文件目录树中浏览找到 oofs 目录。（它通常在 L - studio 主目录中）。在 oofs 目录中，找到目录 OO，并进入其子目录 getting\_ started，然后选择目录 01 - basic。选择确定，这样在 L - studio 中打开了对象（图 9.25）。

图 9.25 在对象浏览  
器中打开对象

开始进入 L - studio 用户界面。注意窗口上部的标签。通过这些标签，可以在 L - studio 的各个编辑器中进行转换。对象 01 - basic 打开时，打开的是 Description 标签，显示文件 description. txt，它是对象的描述文件（图 9.26）。如果对象中没有 description. txt，L - studio 将打开 L - system 标签。

选择 Cpfg 菜单中的 Go! 命令可以运行模型的模拟（本例中用 cpfg）。这样将打开 cpfg 窗口并运行模拟。结果如图 9.27 所示。

模型在 cpfg 主窗口中显示。在窗口中单击并托动可以旋转模型。右击窗口可以打开一个带有其他选项的菜单。在 cpfg 主窗口下的 MessageLog 窗口显示 cpfg 产生的所有信息：错误、警告以及 L 系统文件提示的信息。

通过选择窗口上部的标签，可以使用任一个内嵌的编辑器编辑模型：

- L - system 和 View 标签可以分别打开 L 系统文件和视图文件的文本编辑器。



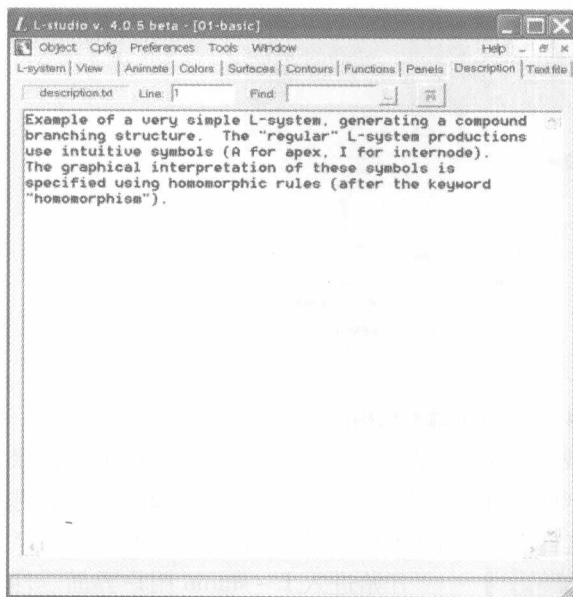


图 9.26 对象 01 - basic  
的描述文件

的文本编辑器：第一个用于文件 description.txt，它是模型的描述；后者用于模型的任意文本文件。

首先，尝试改变模型的颜色。选择 L - studio 的 Color 标签，将显示颜色图编辑器。从顶行靠近调色板中央的位置选择亮黄色。在调色板上方的三个滑条显示颜色中红、绿和蓝的数量；黄色近于全部由红和绿组成，几乎不含蓝色。将绿色（中间）的滑条拖到左边可以把颜色变成红色（图 9.28）。

改变模型时，不需要关闭和重新运行模拟器。Cpfg/Lpfg 菜单上的 New model、New L - system 以及其他命令可以告知模拟器模型的一些方面发生改变，模拟器应该重新运行，或至少应该重新绘制三维视图。选择 Cpfg 菜单中的 New model 命令以变化颜色。可以看到，枝干顶端绘成了红色（图 9.29）。

另外，可以在 Continuous modeling 模式下编辑对象。在这种模式中，大部分改变都会立即在运行的模拟中反映出来。Cpfg 菜单的 Continuous modeling 命令可以打开该模式。这时将绿色滑条拖到右侧以把红色变回黄色。可以看到模

• Animate 标签可以打开一个表单，用于设置模型的仿真参数。

Colors 标签可以打开颜色图编辑器或原料编辑器。当模型绘制成三维形状时要使用后者，其他情况下可以使用前者。例如，当模型绘制为示意图而不是现实图时。模型 01 - basic 是示意图，因此使用颜色图。

• Surfaces、Contours、Functions 以及 Panels 标签打开相应的表面、轮廓、功能和面板编辑器。

• 最后，Description 和 Text file 标签可以打开更多

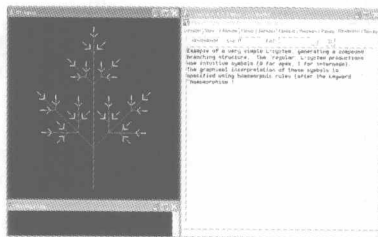


图 9.27 范例 01 - basic  
的模拟效果

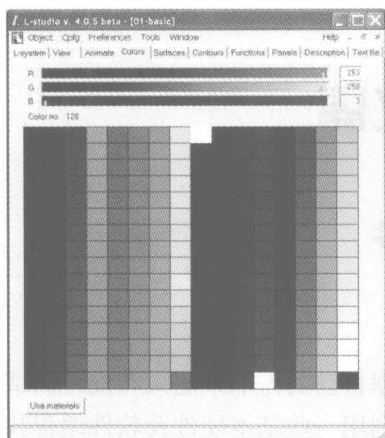


图 9.28 颜色图编辑器

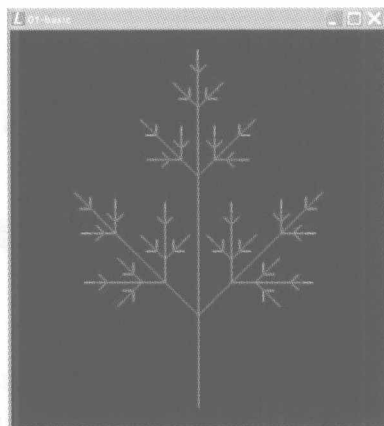


图 9.29 改变枝干的颜色

型中枝干顶端的颜色随着滑条的托动而改变（图 9.30）。

此外，通过以上方法 L-studio 还可以实现如下更加复杂的植物模型：

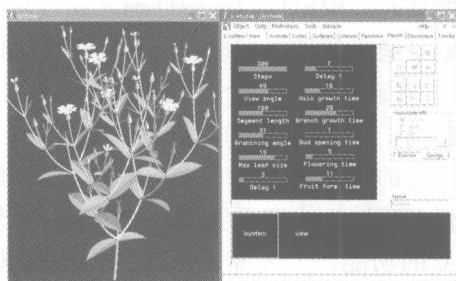


图 9.30 L-studio 实现的 lychnis 模型

由以上例子可以看出，L-studio 具有强大的建模功能，可以实现多样的模型，是虚拟植物建模研究与应用的重要软件。

# 十、虚拟仪器

## 虚拟仪器

### (一) 虚拟仪器的定义

虚拟仪器是在通用计算机平台上,用户根据自己的需求来定义和设计测试功能的仪器系统。也就是说虚拟仪器是由用户利用一些基本硬件及软件编程技术组成的各种各样的仪器系统。

### (二) 虚拟仪器的特点

软件是虚拟仪器的核心:虚拟仪器的硬件确立后,它的功能,如抗混淆滤波、小波分析等,主要是通过软件来实现的。软件在虚拟仪器中具有重要的地位。美国国家仪器公司 NI 就曾提出一个著名的口号:软件就是仪器。

虚拟仪器的性价比高:一方面,虚拟仪器能同时对多个参数进行实时高效的测量,同时,由于信号的传送和数据的处理几乎都是靠数字信号或软件来实现的,所以还大大降低了环境干扰和系统误差的影响。此外,用户也可以随时根据需要调整虚拟仪器的功能,大大缩短了仪器在改变测量对象时的更新周期;另一方面,采用虚拟仪器还可以减少测试系统的硬件环节,从而降低系统的开发成本和维护成本。因此,使用虚拟仪器比传统仪器经济。

虚拟仪器具有良好的人机界面:在虚拟仪器中<测量结果是通过由软件在计算机屏幕上生成的、与传统仪器面板相似的图形界面由软面板来实现的。

虚拟仪器具有和其他设备互联的能力:虚拟仪器具有和 VXI 总线或现场总线等的接口能力,此外,还可以将虚拟仪器接入网络。如 Intranet 等,以实现对现场生产的监控和管理。作为新型仪器,虚拟仪器有许多传统仪器无法比拟的地方。这使得虚拟仪器的应用领域非常广泛。

硬件具有通用性:一般地,虚拟仪器的硬件主要是由各种各样的传感器作为主要的信号感应系统,指挥和控制相应机具的运行状态。

虚拟仪器与传统仪器相比,又各有特点。传统仪器其功能由仪器厂商定义,与其他仪器设备的连接十分有限,图形界面小,人工读取数据,信息量小,数据无法编辑,硬件是关键部分,价格昂贵,系统封闭、功能固定、可扩展



展性差,技术更新慢,开发和维护费用高。而虚拟仪器功能则由用户自己定义,可方便地与网络外设及多种仪器连接,界面图形化,计算机直接读取数据并分析处理,数据可编辑、存储、打印,软件是关键部分,价格低廉,仅是传统仪器的五分之一至十分之一,基于计算机技术开放的功能模块可构成多种仪器,技术更新快,基于软件体系的结构可大大节省开发费用。

### (三) 虚拟仪器的组成

虚拟仪器由软件、硬件及平台三大组成部分。

#### (1) 高效的软件

软件在虚拟仪器中的地位非常重要,它肩负着对数据进行分析处理的重任,如数字滤波、小波分析或频谱变换等。在很大程度上,虚拟仪器系统能否成功地运行,就取决于虚拟仪器的软件。虚拟仪器的软件可以分为几个层次,其中包括仪器驱动程序、应用程序和软面板程序。

仪器驱动程序主要用来初始化虚拟仪器,设置特定的参数和工作方式,使虚拟仪器保持正常的工作状态。

应用程序主要用来对输入计算机的数据进行分析和处理,用户就是通过编制应用程序来定义虚拟仪器的功能。

软面板程序用来提供虚拟仪器与用户的接口,它可以在计算机屏幕上生成一个与传统仪器面板相似的图形界面,用于显示测量的结果等。同时,用户还可以通过软面板上的开关和按钮,模拟传统仪器的各种操作,通过键盘或鼠标实现对虚拟仪器的操作。

#### (2) 模块化的硬件

虚拟仪器的硬件主要是由计算机和信号采集调理部件组成的,其中计算机包括微处理器、储存器和显示器等,它主要用来提供实时高效的数据处理性能。而信号采集调理部件可以是 GPIB 仪器模块、VXI 仪器模块、PXI 仪器模块或数据采集卡,它主要用来采集、传输信号。目前用得比较多的是数据采集卡和 VXI 仪器模块,尤其是数据采集卡,特别为广大科技人员所钟爱。另外,虚拟仪器还有一个优秀的硬件平台 VXI 总线系统,它是一种在世界范围内开放的、适于多供货商的 32 位高速模块化仪器总线。

#### (3) 用于集成的软硬件平台

NI 最先提出的专为测试任务设计的 PXI 硬件平台,已经成为测试、测量和自动化应用的标准平台。



#### (四) 虚拟仪器的应用

虚拟仪器技术经过十几年的发展,而今正沿着总线与驱动程序标准化、硬D软件模块化、编程平台的图形化和硬件模块的即插即用方向进步。虚拟仪器技术在发达国家的推广应用十分普及。在国内,近年来也开始有了利用虚拟仪器实现检测、控制等功能的例子,虚拟仪器系统已成为仪器领域的一个基本方法,是技术进步的必然结果。

虚拟仪器主要在以下几方面得到应用:

##### (1) 在测量方面的应用

虚拟仪器系统开放、灵活,可与计算机技术保持同步发展将之应用在测量方面可以提高精确度、降低成本,并大大节省用户的开发时间,因此已经在测量领域得到广泛的应用。

##### (2) 在监控方面的应用

用虚拟仪器系统可以随时采集和记录从传感器传来的数据,并对之进行统计、数字滤波、频域分析等处理,从而实现监控功能。当前,气敏传感器正朝着快速响应、小型化和经济化发展,这种发展趋势引起了微电子气敏传感器的发展。

##### (3) 在检测方面的应用

在实验室中,利用虚拟仪器开发工具开发专用虚拟仪器系统,可以把一台个人计算机变成一组检测仪器,用于数据和图像的采集、控制与模拟。

##### (4) 在教育方面的应用

现在,随着虚拟仪器系统的广泛应用,越来越多的教学部门也开始用它来建立教学系统,不仅大大节省开支,而且由于虚拟仪器系统具有灵活、可重用性强等优点,使得教学方法也更加灵活了。

##### (5) 在电信方面的应用

由于虚拟仪器具有灵活的图形用户接口,强大的检测功能,同时又能与多种仪器兼容,因此很多工程师和研究人员都把它用于电信检测和场测试方面。

虚拟仪器还在其他很多领域包括航空、汽车、生物医学等方面得到广泛应用。从交通监控系统到大学实验室,从部件自动测试到工业过程控制。虚拟仪器应用的例子不胜枚举。相信未来虚拟仪器将得到更多的发展,应用范围也将越来越广。据估计,到下世纪初中叶,我国将有60%的仪器为虚拟仪器。



## LABVIEW 简介

虚拟仪器的起源可以追溯到 20 世纪 70 年代,那时计算机测控系统在国防、航天等领域已经有了相当的发展。PC 机出现以后,仪器级的计算机化成为可能,甚至在 Microsoft 公司的 Windows 诞生之前,NI (National Instrumentation) 公司已经在 Macintosh 计算机上推出了 LABVIEW2.0 以前的版本。

LABVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是一个业界领先的工业标准软件工具,用于开发测试、测量和控制系统。自 1986 年问世以来,世界各国的工程师和科学家们都已将 NI LABVIEW 图形化开发工具用于产品设计周期的各个环节,从而改善了产品质量、缩短了产品投放市场的时间,并提高了产品开发和生产效率。使用集成化的 LABVIEW 环境与现实世界的信号相连,分析数据以获取实用信息,共享信息成果,有助于在整个企业范围内提高生产效率。由于 LABVIEW 具有编程语言的灵活性,可以结合专为测试,测量和控制设计的内置工具,因此可以建立各种应用程序,其范围可从温度监控到复杂的仿真和控制系统。对虚拟仪器和 LABVIEW 长期、系统、有效的研究开发使得 NI 公司成为业界公认的权威。

LABVIEW 软件的开发经历了以下的历程,1968 年发布了在 Macintosh 平台上工作的 LABVIEW1.0,1990 发布了可编译的程序语言的 LABVIEW2.0,1992 年发布了支持 Sun 和 Windows 的版本,1993 年发布多平台版本 LABVIEW3.0,1993 年发布专业化的开发版 LABVIEW4.0,1998 年发布支持实时的 LABVIEW5.0,2000 年发布支持网络功能的 LABVIEW6i,2003 年发布支持 PDA 和 FPGA 的 LABVIEW7.0,2005 年发布了支持嵌入式开发和分布式开发的 LABVIEW8.0,2006 年为庆祝 National Instruments 公司成立 20 周年,发布了 LABVIEW8.20。

LABVIEW 拥有一整套工具用于数据采集、分析、显示和存储数据,以及解决用户编写代码中可能出现的问题。

LABVIEW 提供众多输入控件和显示控件用于创建用户界面,即前面板。输入控件是指旋钮、按钮、转盘等输入装置。显示控件是指图形、指示灯等输出显示装置。创建用户界面后,可用 VI 和结构来添加代码,从而控制前面板对象。LABVIEW 的图形化源代码在某种程度上类似于流程图,LABVIEW 可与一些硬件(如数据采集、视觉、运动控制设备、GPIB、PXI、VXI、RS232 以及 RS485 等仪器)进行通信。

LABVIEW 的主要优势是图形化编程;多种开发工具;内置测量和控制函

数；范围广泛的计算对象。

NI LABVIEW 产品家族有：开发工具；应用程序发布和目标设备；软件工程工具；数据视觉化和管理；嵌入式开发；信号处理，分析和数学；图像采集，分析和机器视觉；运动控制；自动化测试；控制设计和仿真；工业控制。

LABVIEW 开发系统附加工具有应用部署模块，将所开发的 LABVIEW 应用程序发布到远程的设备上运行；软件工程和优化工具，完善程序构架，提高程序效能；数据管理及视觉化，创建专业的报告，并有效的存储您的数据以备后续分析之用；实时和 FPGA 部，署开发确定性的 LABVIEW 实时应用程序；嵌入式系统部署，用图形化的开发方式设计应用程序并下载到目标硬件上运行；信号处理和分析，在您的应用程序中使用高级分析函数；自动化测试，使用 LABVIEW 开发自动化测试系统；图像采集和机器视觉，在应用中集成视觉和检测系统；控制设计与仿真，设计并分析自定义控制系统；工业控制，用这些附加工具创建分布式监控应用。

## LABVIEW 的下载与安装

LABVIEW 软件可以在 National instruments 公司的主页上下载，该公司的网址是 <http://www.ni.com>。用户可以根据自己的平台下载合适的版本，目前，提供了 Windows, MacOS 和 linux 版本。以下按照 Windows 版本进行简单的介绍。下载后，首先进行解压，完成解压后，自动进行安装，出现安装界面（图 10.1）。

单击安装 LABVIEW8.2 后，进入安装过程（图 10.2）。



图 10.1 LABVIEW 的安装

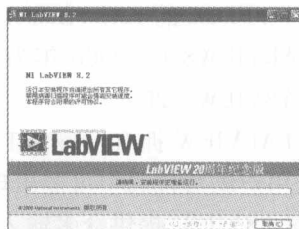


图 10.2 安装过程界面

按照安装过程中的提示，在安装的最后的步骤提示选择注册或试用，界面如图 10.3 所示。

安装完成后，会在开始菜单中安装其快捷方式，单击后，即可出现启动界面（图 10.4）。界面中主要包括了文件，项目的新建、打开，以及 LABVIEW



工作的帮助资源，包括本地资源、网络资源等。由于其良好的帮助系统，因此软件入门较为容易。

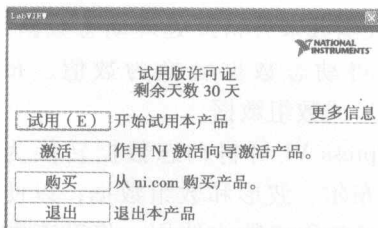


图 10.3 提示产品使用方式选择

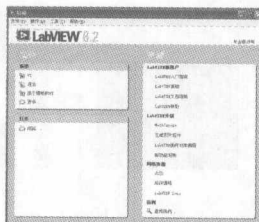


图 10.4 LABVIEW 启动界面

单击新建或打开后，出现 LABVIEW 的工作界面，如图 10.5 所示。图中所显示的包括了三个窗口，即程序框架窗口，面板设计窗口和控件窗口。即程序框架窗口包含用于控制前面板对象的 VI（Virtual Instrument 虚拟仪器）和结构，是图形化源代码的集合，图形化源代码又称为 G 代码，或者称为程序框架代码程序框图代码使用图形化表示的函数来控制前面板或对象，相当于仪器的内部结构（图 10.6）。前面板模拟物理仪器的控制面板，其上可以放置各种模拟物理仪器的输入控件，并为 VI 的程序框架图提供数据（图 10.7）。前面板对象在程序框架上显示为图标接线端。连线将输入控制和显示控制的接线端沿着连线向 VI 和函数，再从这些 VI 和函数流向其他 VI 和函数，最后流向显示控件。控件窗口提供放到前面板上的控件，用户可以从控件窗口选择使用的控件。

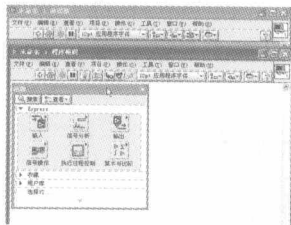


图 10.5 LABVIEW 的工作界面

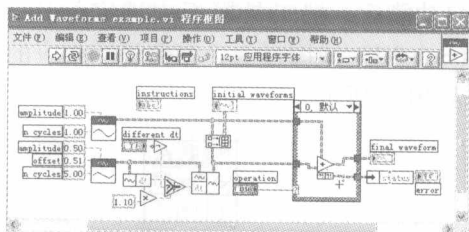


图 10.6 程序框架图

数据类型是在任何语言中都必须的，LABVIEW 作为图形化的编程开发平台也不例外。它的语言叫 G 语言。它的数据类型主要是动态数据类型，动态数据保存由 Express VI 所产生或采集的信息。动态数据类型显示为深蓝色接线端，大多数 Express VI 都可以接收或返回动态数据。动态数据类型可以连接到任何接收数值、波形或布尔数据的显示控件或输入端。应将动态数据类型连接到最能表述该数据的显示控件上，合适的显示控件包括图形、图表或数值显示



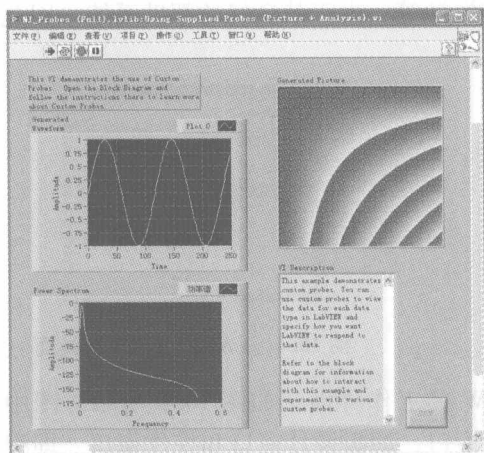


图 10.7 前面板示意图

中使用。

在 LABVIEW 的工作界面中，除了常用的前面板，程序框架窗口和控件窗口外，还经常用到工具面板、控件面板和函数面板。

工具面板上有在设计过程中用到的各种工具（图 10.8）。该模板提供了各种用于创建、修改和调试 VI 程序的工具。如果该模板没有出现，则可以在窗口菜单下选择显示工具窗口命令以显示该模板。当从模板内选择了任一种工具后，鼠标箭头就会变成该工具相应的形状。当从窗口菜单下选择了显示帮助窗口功能后，把工具模板内选定的任一种工具光标放在流程图程序的子程序（Sub VI）或图标上，就会显示相应的帮助信息。工具模板上各图标的功能如表 10.1 所示。

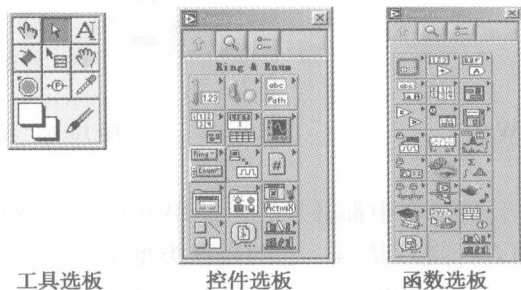


图 10.8 各种面板

控件面板上提供了设计虚拟仪器前面板上的各种控件，只有当打开前面板时才可以打开控件窗口。每个图标代表一类子模板。如果控制模板不显示，可以用窗

口菜单的显示控件窗口功能打开它，也可以在前面板的空白处，单击鼠标右键，以弹出控制模板。控制模板如图所示，它包括如下所示的一些子模板。子模板中包括的对象，我们在功能中用文字简要介绍。子模板的功能描述如表 10.2 所示。

表 10.1 工具面板各按钮的功能

图标	名称	功 能
1 	操作值	用于操作前面板的控制和显示。使用它向数字或字符串控制中键入值时，工具会变成标签工具。
2 	选择	用于选择、移动或改变对象的大小。当它用于改变对象的连框大小时，会变成相应形状。
3 	编辑文本	用于输入标签文本或者创建自由标签。当创建自由标签时它会变成相应形状。
4 	连线	用于在流程图程序上连接对象。如果联机帮助的窗口被打开时，把该工具放在任一条连线上，就会显示相应的数据类型。
5 	对象菜单	用鼠标左键可以弹出对象的弹出式菜单。
6 	窗口漫游	使用该工具就可以不需要使用滚动条而在窗口中漫游。
7 	断点设置/清除	使用该工具在 VI 的流程图对象上设置断点。
8 	数据探针	可在框图程序内的数据流线上设置探针。通过控针窗口来观察该数据流线上的数据变化状况。
9 	颜色提取	使用该工具来提取颜色用于编辑其他的对象。
10 	颜色设置	用来给对象定义颜色。它也显示出对象的前景色和背景色。

函数模板是创建流程图程序的工具。该模板上的每一个顶层图标都表示一个子模板。若功能模板不出现，则可以用 Windows 菜单下的 Show Functions Palette 功能打开它，也可以在流程图程序窗口的空白处单击鼠标右键以弹出功能模板。子模块的功能描述如表 10.3 所示（个别不常用的子模块未包含）。









表 10.2 控件模板功能描述

图标	子模板名称	功 能
1 	Numeric (数值量)	数值的控制和显示。包含数字式、指针式显示表盘及各种输入框。
2 	Boolean (布尔量)	逻辑数值的控制和显示。包含各种布尔开关、按钮以及指示灯等。
3 	String & Path (字符串和路径)	字符串和路径的控制和显示。
4 	Array & Cluster (数组和簇)	数组和簇的控制和显示。
5 	List&Table (列表和表格)	列表和表格的控制和显示。
6 	Graph (图形显示)	显示数据结果的趋势图和曲线图。
7 	Ring & Enum (环与枚举)	环与枚举的控制和显示。
8 	I/O (输入/输出功能)	输入/输出功能。于操作 OLE、ActiveX 等功能。
9 	Refnum	参考数。
10 	Digilog Controls (数字控制)	数字控制。
11 	Classic Controls (经典控制)	经典控制, 指以前版本软件的面板图标。
12 	ActiveX	用于 ActiveX 等功能。
13 	Decorations (装饰)	用于给前面板进行装饰的各种图形对象。
14 	Select a Controls (控制选择)	调用存储在文件中的控制和显示的接口。
15 	User Controls (用户控制)	用户自定义的控制和显示。

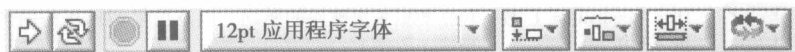
表 10.3 函数模板子模块功能

图标	子模板名称	功 能
1 	Structure (结构)	包括程序控制结构命令, 例如循环控制等, 以及全局变量和局部变量。
2 	Numeric (数值运算)	包括各种常用的数值运算, 还包括数制转换、三角函数、对数、复数等运算, 以及各种数值常数。
3 	Boolean (布尔运算)	包括各种逻辑运算符以及布尔常数。
4 	String (字符串运算)	包含各种字符串操作函数、数值与字符串之间的转换函数, 以及字符(串)常数等。
5 	Array (数组)	包括数组运算函数、数组转换函数, 以及常数数组等。
6 	Cluster (簇)	包括簇的处理函数, 以及群常数等。这里的群相当于 C 语言中的结构。
7 	Comparison (比较)	包括各种比较运算函数, 如大于、小于、等于。
8 	Time & Dialog (时间和对话框)	包括对话框窗口、时间和出错处理函数等。
9 	File I/O (文件输入/输出)	包括处理文件输入/输出的程序和函数。
10 	Data Acquisition (数据采集)	包括数据采集硬件的驱动, 以及信号调理所需的各种功能模块。
11 	Waveform (波形)	各种波形处理工具。
12 	Analyze (分析)	信号发生、时域及频域分析功能模块及数学工具。
13 	Instrument I/O (仪器输入/输出)	包括 GPIB (488、4 88. 2)、串行、VXI 仪器控制的程序和函数, 以及 VISA 的操作功能函数。
14 	Motion & Vision (运动与景像)	
15 	Mathematics (数学)	包括统计、曲线拟合、公式框节点等功能模块, 以及数值微分、积分等数值计算工具模块。





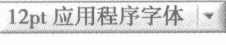




续表

图标	子模板名称	功 能
16 	Communication ( 通讯)	包括 TCP、DDE、ActiveX 和 OLE 等功能模块。
17 	Application Control ( 应用控制)	包括动态调用 VI、标准可执行程序的功能函数。
18 	Graphics & Sound ( 图形与声音)	包括 3D、OpenGL、声音播放等功能模块。包括调用动态连接库和 CIN 节点等功能模块。
19 	Tutorial ( 示教课程)	包括 LABVIEW 示教程序。
20 	Report Generation ( 文档生成)	
21 	Advanced ( 高级功能)	
22 	Select a VI ( 选择子 VI)	
23 	User Library ( 用户子 VI 库)	

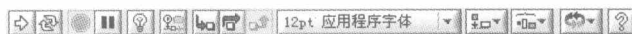
### 前面板上的工具条的说明








工具栏上的各个按钮的功能如下所示：

 运行， 连续运行， 异常终止执行按钮， 暂停/继续按钮， 12pt 应用程序字体 文本设置按钮， 对齐对象按钮， 分布对象按钮， 调整对象大小按钮， 重新排序按钮。

程序框架图的工具栏的说明



从工具栏可以看出，除了外，工具栏上的其他各个按钮是一样的，下面将程序框架上特有的按钮的功能介绍如下：

 高亮显示执行过程， 保存连线值， 开始单步执行， 开始单步执行， 单步步出。



## LABVIEW 开发流程

LABVIEW 是一种可视化的面向对象的程序设计软件,可以像所有的此类软件一样,按界面设计—代码设计—调试—生成文件的设计流程进行。下面通过一个简单的例子说明 LABVIEW 程序设计的方法。

### (一) 设计任务

实例:设计分析温度检测系统

功能要求:

①仪器控制及设置,包括:系统运行和关闭控制、采样时间设置、高低温极限设置、柱状图参数设置和数据分析控制。②温度显示及报警,包括:显示实时温度、超过或低于高低温极限时报警。③数据处理,包括:计算温度平均值并显示、计算温度偏移并显示、显示温度—时间曲线、显示柱状图和数据存储。

### (二) 设计过程

#### 1. 仪器系统前面板的设计

该虚拟仪器的前面板包括:系统控制,分析控制,即时温度显示,温度极限设置,数据统计,数据处理图表显示各个部分。

前面板是 LABVIEW 的图形用户接口。此接口集成了用户输入,并显示程序的输出。前面板包括旋钮,按钮,图形和其他的控制(controls)与显示对(indicators)。前面板的建立主要由工具模板和控制模板来实现,在 LABVIEW 对话框中选择 NEW VI 来建立一个新的 VI,并在新建的前面板上选择编辑→选择选板→基本作为 LABVIEW 库函数中的最小配置。

在前面板建立之后,我们可以发现在前面板上包括波形图、柱状图、开关,对温度测试的上界温度与下界温度以及温度超过限定值的报警装置,把温度计开关拨到 on 位置,并单击前面板工具条上的运行按钮,可以观察到温度测试计的运动情况。通过对滑块旋钮以及其他的控制对象的单击,可以观察这些对数据的影响。

如果在实际的测试过程中测试的温度值与设置的温度值有偏差,可以在历史温度的限定值上加以修改以满足实际的需要,在实际运行过程中,系统控制对温度计进行开关控制,当开关置于“开”位置时则开始测试,当开关置于“关”位置时则停止测试。当前温度则指示出当前被测的温度值;温度范围是温



度测试计的上界与下界温度。统计则表示测量值与实际温度所产生的偏差。在运行过程中,如果被测温度高于或低于温度测试计的界限温度,则温度计产生报警。正常情况下产生被测温度与界限温度的标准偏差,并在直方图中显示出来。

## 2. 仪器系统流程图的设计

该虚拟仪器包括控制程序运行的 for 循环, while 循环和 case 循环,以及后台实现数据获取,数据处理的各种功能函数及虚拟仪器子模块。由于 case 循环在 True 和 False 条件下实现不同的功能,因此流程图在两种情况下有不同的形式。

流程图包含 VI 的图形化源代码。在流程图中,对 VI 进行编程,以控制和操纵定义在前面板上的输入输出功能。流程图包括内置于 LABVIEW VI 库中的函数(function)和结构(structure),还包括与前面板上的控制对象,显示对象对应的连线端子(terminals)。

流程图建立的步骤如下:

在 Windows 菜单中选择 Show Diagram 或者单击流程图窗口,进入流程图状态。与前面板上各元素(波形图,开关,柱状图,旋钮等)相对应的连线端子已显示在流程图上。

初始化各数组,预置上界温度与下界温度,并产生输入 VI 的数据。

从函数→结构子模板上选取 While Loop (While 循环)。当循环(While Loop)的条件端子(Conditional terminal)为真时,该循环执行框内的代码,一旦此值为假,则退出 While 循环,将光标移到流程图上你准备为 While 循环左上角的位置,沿对角线方向斜拉该循环的框体。

在循环(While)框体中,由于需要给出温度系数的上界温度和下界温度,应建立 For Loop 的循环框体,从函数选板→结构子模板上选择 Case 框体,当 Case 的条件端子为真时。则执行框内的代码,反之则退出该框体。

流程图的连线:从工具模板中选择连线工具(Wiring tool)。如果工具模板不可见,则选择窗口-显示工具选板把各连线端联系起来(提示:当把连线工具置于某个连线端子上时,该连线端子会不停闪烁,并出现以标明端子的提示条(tip strip),当相应的某个连线端子闪烁时,就可将线连入或引出。如果你看到黑色的虚线,请选择编辑→去除线条)。

在 VI 中加入定时功能。从函数选板→编程→定时子模板中选取等待下一个(延时若干 ms),并置于 For 循环内。从延时若干 ms 左边的弹出式菜单中选取产生常数,当弹出该菜单时要保证光标位于延时若干 ms 函数的左边,否则,产生的常数不会连接到函数上。

存盘。

测量系统的流程图的功能：这个 VI 系统对温度进行分析和测试，如果由初始化数组传来的一组温度数据经过这个系统的测试后，被测温度超过或低于给定的限定温度值，则系统产生报警。如果温度处于上限值与下限值之间，则把输入的数据（温度值）进行统计分析，得到历史温度的波形图，并把更新后的柱状图参数与标准偏差进行统计和分析得到一个柱状图，从而达到对温度的测试。

流程图的结构：

第一部分，Acquisition Loop，它由温度计和 Status 1 Vi，Wait Until Next ms Multiple 以及乘法器组成。

第二部分，Analysis Structure，它由 Histogram 1 Vi，Array To Bar Grapy 1 Vi，Update Statistics 1 Vi，Increment，Add，Attribute Note 组成。

第三部分，它由第一部分和第二部分共同组成的 While 循环体。

调试→使用“加亮”执行→先将开关置于 ON 位置。

到流程图界面，单击工具栏上“加亮”执行（Hight Execution）。

到流程图窗口运行 VI。此时程序慢速运行，一些流动的亮点指示了一些的数据流，当他们到达 VI 时显示出了数据。单击 Abort（终止）按钮，停止 VI 的运行。再一次单击“加亮”执行钮，关闭“加亮”执行。

探针的单步执行。

单击工具栏上的 Step Into 钮，While 循环在闪烁，表明程序运行在单步状态。在多点设置探针（Probe），并观测到数据。为使 VI 运行在正常状态，取消选定 Pause（暂停）按钮。

单击 RUN 执行。

在前面板上出现温度曲线的波形图及柱状图，在流程图上可以看见数据流的运行。

下面将 LABVIEW 的开发环境作一概要性的总结，如表 10.4 所示。

表 10.4 LABVIEW 程序开发环境

控件与指示器	按钮开关/LED，滑块/数显，计量器/刻度尺/旋钮，水槽/温度表，曲线图/图表，密度图，菜单/列表/环，文本框
仪器控制	GPIB，VXI，CAMAC，PLC 等 600 多种仪器的驱动器
文件 I/O	电子表格、二进制、ASC 码，日志
开放性联接	Internet，SQL，TCP/IP，ActiveX. DLIA，DDE 等
数据采集	DAQ、单点输入/输出，波形采集发生，图像采集，信号调理，触发/定时. TTL/CMOS 输入/输出，数字图案发生，数字握手，脉冲发生，事件计数、边界检测、周期和脉宽测量等



续表

控件与指示器	按钮开关/LED, 滑块/数显, 计量器/刻度尺/旋钮, 水槽/温度表, 曲线图/图表, 密度图, 菜单/列表/环, 文本框
程序设计结构	While loops, for loop, case, 顺序结构, 基于文本的公式
程序设计原则	算术运算, 布尔逻辑, 数组处理, 串函数, 时间/日期函数, 多数据类型结构, 用户子例程
分析	信号发生, 信号处理, 图像处理, 曲线拟合, 窗体, 过滤, 线性代数, 统计等
优化与应用程序管理	用于存储管理和执行时间跟踪的 profiler, 在所有平台上的 true 编译性能, 源代码控制, 文档打印等
调试	断点深针, 单步模式, 执行高亮, 帮助窗口, 在线帮助

## LABVIEW 程序结构说明

### (一) 顺序结构

#### 1. 程序执行顺序

LABVIEW 是数据流驱动的编程语言。程序在执行时按照数据在连线上的流动方向执行。同时, LABVIEW 是自动多线程的编程语言。如果在程序中有两个并行放置、它们之间没有任何连线的模块, 则 LABVIEW 会把它们放置到不同的线程中, 并行执行。

顺序执行 (图 10.9): 数据会从控件流向显示型控件, 因此数据流经的顺序为 “error in” 控件, “SubVI A”, “SubVI B”, “error out” 控件, 这也是这个 VI 的执行顺序。



图 10.9 顺序执行示例

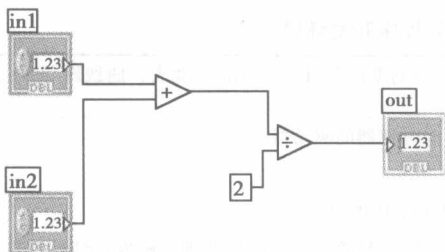


图 10.10 并行执行示例

并行执行 (图 10.10): “SubVI A”, “SubVI B” 没有数据线相互连接, 它们会自动被并行执行。所以这个 VI 的执行顺序是 “SubVI A”, “SubVI B” 同时执行, 当它们都执行完成以后, 再执行 “Merge Errors. vi”。

#### 2. 顺序结构

如果需要对几个没有互相连线的

VI，按照一定的顺序执行，可以使用顺序结构来完成（Sequence Structure）。

当程序运行到顺序结构时，会按照一个框架接着一个框架的顺序依次执行。每个框架中的代码全部执行结束，才会再开始执行下一个框架。把代码放置在不同的框架中就可以保证它们的执行顺序。

LABVIEW 有两种顺序结构，分别是层叠式顺序结构（Stacked Sequence Structure）、平铺式顺序结构（Flat Sequence Structure）。这两种顺序结构功能完全相同。平铺式顺序结构把所有的框架按照从左到右的顺序展开在 VI 的框图上；而层叠式顺序结构的每个框架是重叠的，只有一个框架可以直接在 VI 的框图上显示出来。在层叠式顺序的不同的框架之间如需要传递数据，需要使用顺序结构局部变量（Sequence Local）方可。

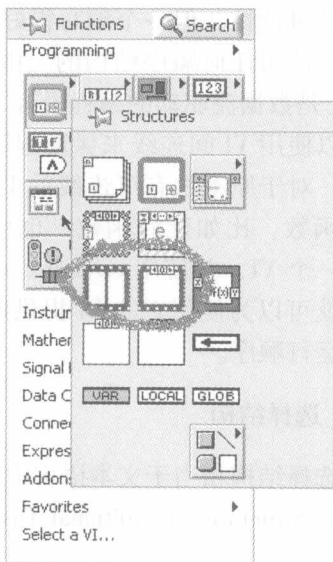


图 10.11 Menu Palette

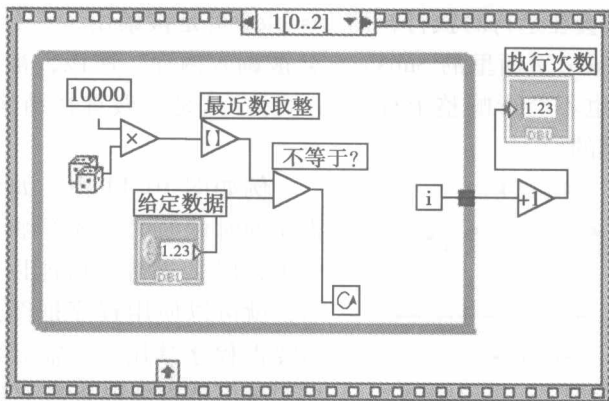


图 10.12 层叠式顺序结构

### 3. 顺序结构的使用

好的编程风格应尽可能少使用层叠式顺序结构。层叠式顺序结构的优点是及部分代码重叠在一起，可以减少代码占用的屏幕空间。但它的缺点也是显而易见的：因为每次只能看到程序的部分代码，尤其是当使用 sequence local 传

递数据时，要搞清楚数据是从哪里传来的或传到哪里去就比较麻烦。

使用平铺式顺序结构可以大大提高程序的可读性，但一个编写得好的 VI 是可以不使用任何顺序结构的。由于 LABVIEW 是数据流驱动的编程语言，那么完全可以使用 VI 间连线来保证程序的运行顺序。对于原本没有可连线的 LABVIEW 自带函数，比如延时函数，也可以为其包装一个 VI，并使用 error in、error out，这样就可以为使用它的 VI 提供连线，以保证运行顺序。

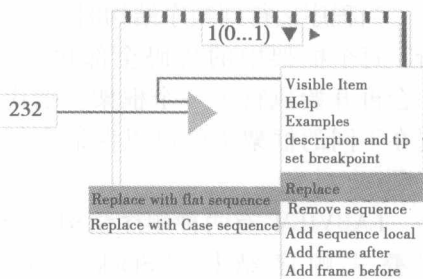


图 10.13 转换顺序结构

## (二) 选择结构

选择结构相当于文本语言中的条件语句。LABVIEW 8 中新增加的 Diagram Disable Structure, Conditional Disabled Structure 类似 C 语言中的条件宏定义语句。

### 1. 程序框图禁用结构 (Diagram Disable Structure)

在调试程序时常常会用到程序框图禁用结构。程序框图禁用结构中只有 Enabled 的一页会在运行时执行，而 Disabled 页是被禁用，不会执行的；并且在运行时，Disable 页面里的 SubVI 不会被调入内存。所以，被禁用的页面如果有语法错误也不会影响整个程序的运行。这是一般选择结构 (Case Structure) 无法做到的。

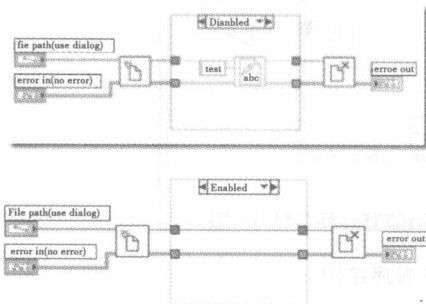


图 10.14 使用程序框图禁用结构示例

和错误处理联接好。

例如图 10.14 中，如果我们在运行程序的时候暂时不希望将 test 写入到文件里，但又觉得有可能以后会用到。此时，就可以使用程序框图禁用结构把不需要得程序禁用掉。需要注意的是程序框图禁用结构可以有多个被禁用的框架，但必须有且只能有一个被使用的框架。在被使用的框架中，一定要实现正确的逻辑，比如上图的例子中，在被使用的框架中一定要有连线把前后的文件句柄



环结构的功能类似，可以控制循环体内的代码执行多次。

### 1. for 循环

LABVIEW 中的 for 循环的限制更多一些。

①For 循环的迭代器只能从 0 开始，并且每次只能增加 1。

②For 循环不能中途中断退出。C 语言里有 break 语句，但在 LABVIEW 中不要试图中间停止 for 循环。

外部数据进入循环体是通过隧道进入的，有几种方式：

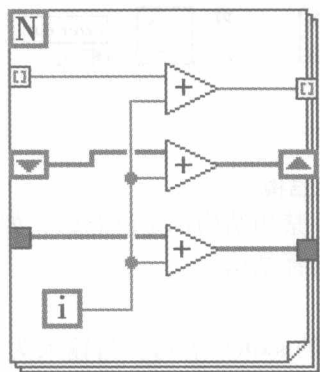


图 10.18 For 循环结构上的隧道

图 10.18 所示的 For 循环结构演示了三种隧道结构，就是在 For 循环结构左右边框上用于数据输入输出的节点。这三种隧道从上至下分别是：索引隧道、移位寄存器（shift register）、一般隧道。

一般隧道，就是把数据传入传出循环结构。数据的类型和值在传入传出循环结构前后不发生变化。

索引隧道是 LABVIEW 的一种独特功能。一个循环外的数组通过索引隧道连接到循环结构上，隧道在循环

内一侧会自动取出数组的元素，依顺序每次循环取出一个元素。用索引隧道传出数据，可以自动把循环内的数据组织成数组。

通过移位寄存器传入传出数据，也是数据的类型和值都不会发生变化。移位寄存器的特殊之处在于循环结构两端的接线端是强制使用同一内存的。因此，上一次迭代执行产生的某一值，传给移位寄存器右侧的接线端，如果下一次迭代运行需要用到这个数据，从移位寄存器左侧的接线端引出就可以了。

C 语言程序员初学 LABVIEW，在使用循环结构时，常常为创建一个中间变量烦恼。为循环中的变量创建一个 Local Variable 不是好的方法。我们应当时刻记得 LABVIEW 与一般文本语言不同，LABVIEW 的数据不是保存在显示的变量里，而是在连线上流动的。LABVIEW 是通过移位寄存器把数据从一次循环传递到下一次的。

如果单纯是为了让下一次迭代使用上次迭代的数据，也可以使用反馈节点，如图 10.19 所示。

移位寄存器左侧的接线端可以不只有一个，用鼠标可以把左侧的接线端拉出多个来，如图 10.20 所示。下面的接线端可以记录上两次、三次……的

数据。

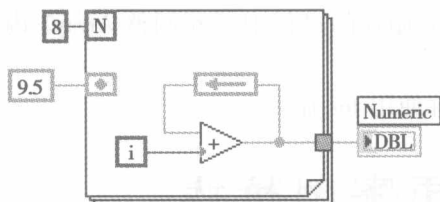


图 10.19 反馈节点

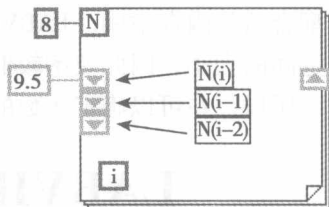


图 10.20 多接线端移位寄存器

使用数组的隧道有一些需要注意的事项，参考：LABVIEW 代码中常见的错误。

## 2. While 循环

LABVIEW 的 While 循环相当于文本语言中的 do... while... 循环。有些语言还有 while... do... 循环，LABVIEW 没有这样的循环。LABVIEW 的 while 循环至少要运行一次。

for 循环中可以用的数据传递方式，几种隧道也都可以用在 while 循环中使用。所以在很多情况下，while 循环可以替代 for 循环。

While 循环比 for 循环灵活的地方是可以进入循环后在决定何时循环结束。比如，希望当某一变量大于一个值时停止循环，这种情况下不能预知循环次数，所以一定要使用 while 循环。

while 循环也有不利的方面：首先，for 循环更利于阅读。读者一眼就可以看出程序会运行多少次。其次，while 循环也可以使用带索引的隧道来构造数组，但是它的效率低于 for 循环。

如图 10.21，用两种循环所产生的数组大小是相同的。但是如果使用的是 for 循环，LABVIEW 在循环运行之前，就已经知道数组的大小是 100，因此 LABVIEW 可以一次为 Array1 分配一个大小为 100 的内存空间。但是对于 while

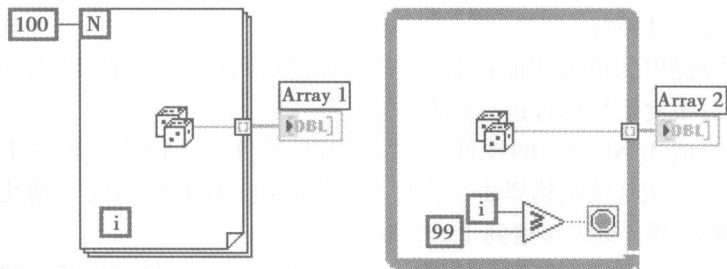


图 10.21 使用循环构造数组



循环, 由于循环次数不能在循环运行前确定, LABVIEW 无法一次就为 Array2 分配合适的内存空间。LABVIEW 会在 while 循环的过程中不断调整 Array2 内存空间的大小, 因此效率较低。

所以, 在可以确定次数的情形下, 最好使用 for 循环。

## LABVIEW 应用案例精选

LABVIEW 作为虚拟仪器的开发平台, 受到研究人员的欢迎, 其应用领域也不断拓宽, 在农业领域的应用也不断得到加强。以下就 LABVIEW 软件在农业领域的应用情况进行说明。

随着农业现代化程度的提高, 在农业研究中需要了解更多的现代大型设备和仪器的学习和操作的内容。但是, 现代的大型设备仪器价格昂贵, 设备数量少, 专业化程度高, 一旦专项试验结束后, 利用率会大幅下降, 造成设备的闲置。利用 LABVIEW 软件进行虚拟设备的开发, 利用虚拟设备进行研究试验, 可以有效地解决试验设备不足的问题, 是对试验设备不足的有益的弥补手段。

### (一) 虚拟仪器制造

#### 1. 谷物干燥仿人智能系统

河北省科技师范学院机电系的李国防等在中国农业大学东区干燥实验室, 以玉米为试验物料研究了谷物干燥仿人智能系统, 针对具有非线性、大滞后和复杂性等特点的谷物干燥过程, 研究了一种连续式谷物干燥机的仿人智能控制系统。利用出机粮食含水率偏差以及偏差的变化率作为控制器输入, 控制器可根据含水率偏差的极值在线调整比例增益, 进而输出排粮电动机期望转速。应用虚拟仪器开发平台 LABVIEW 和数据采集卡并结合传感器, 设计出了该智能控制器的软件和硬件系统。试验结果基本符合仿人智能控制规则, 表明该控制器的实时有效性较好。

该研究提出的仿人智能控制算法, 不需要粮食干燥过程模型, 结构简单, 非常适合对粮食干燥过程进行控制。

该研究应用 NI 公司的硬件和 LABVIEW 软件平台构建了粮食干燥的计算机控制系统。该系统结构紧凑、合理, 操作简便; 具有较高的自动化、智能化程度, 模拟性强, 易于移植到干燥设备中。

该研究通过现场实际运行和调试, 取得了大量的经验知识和参数值。试验进一步证实了仿人智能控制方案的可行性, 获得了在试验中确定  $k_1$ 、 $k_2$  和  $k_3$  的初值和步长的经验, 为以后的试验及工程应用打下了基础。



## 2. 土壤含水量动态测量系统

南昌工学院的刘光明利用 LABVIEW 进行了土壤含水量动态测量系统的设计,认为基于虚拟仪器技术的土壤含水量动态测量系统具有操作方便、性价比高、可扩展性强等特点,而且可以完善联网功能实现远程数据传送。为此,构建了土壤含水量动态测量系统的硬件结构,制作了土壤含水量测量端,阐明了土壤含水量动态测量原理,给出了应用 LABVIEW 开发平台进行软件设计的基本思想,为对土壤的进一步分析和研究提供了参考依据。

### (二) 监控系统

#### 1. 蔬菜大棚监控系统

鞍山科技大学陈志彬基于 LABVIEW 设计了蔬菜大棚监控系统。研究者认为,目前蔬菜大棚主要采用集中式控制系统,这种结构已经不能实现蔬菜大棚大型化的发展趋势,分布式控制是其发展趋势。

基于 LABVIEW 设计了蔬菜大棚监控系统为分布式网络结构。PC 机通过 RS485/RS232 总线转换器与 RS485 总线相连。传感器通过接口模块与 RS485 总线连接;执行机构通过控制输出模块连接到网络上。系统采用分布式结构,负责温度、湿度、照度、二氧化碳、风速度等环境因子的检测和控制,其中温度和湿度单元模块均匀分布在大棚内。在蔬菜大棚的两端和中间部位分别设置风速、照度以及二氧化碳传感器。

设计了两种模块,一种是带有传感器信号输入,带有 4 路控制输出的 A/D 模块,另一种仅提供 4 路控制输出的简单模块。A/D 模块节点的结构如图 2 所示,主要由微处理器 AduC812 和 RS485 总线驱动器构成。其中微处理器 AduC812 是核心,完成模拟信号采集以及数据的传输功能。其 A/D、D/A 分辨率为 12 位,能够满足检测和控制需要。

系统软件由四部分组成:主程序、串行中断子程序、A/D 转换子程序、输出控制子程序。主程序对 CPU 及端口进行初始化,设置完成后,主程序进入循环状态,A/D 模块采用固定时间间隔采样。数据通过 RS485 发送到 PC 机。A/D 转换模块和控制输出模块都具备接收 PC 机操作命令,对执行器进行控制,以维持蔬菜大棚内温度、湿度的稳定。

PC 机通常有 224 个串行 RS232 接口,在模块和 PC 机之间设加 RS232 和 RS485 接口的转换器。

监控软件在整个蔬菜大棚分布式监控系统中起着枢纽的作用,可以完成系统组态,测量参数的集中显示,数据存储管理,统计分析,报警等功能。监控软件采用 NI 公司的 LABVIEW 设计。设计中应用了 LABVIEW 模板中的 Com-



munication 子模板里的 System Exec 函数, 调用在 DOS 下的 C/C++ 平台编译的串行口通信子程序, 以实现多机通信。

## 2. 果园生态环境远程监测系统

安徽农业大学园艺学院袁媛等人进行 LABVIEW 软件平台在果园生态环境远程监测系统中的应用研究, 在果园的生产管理中, 环境对果树的生长发育、栽培技术的实施、病虫害的预防等产生极其重要的影响。应用 LABVIEW 虚拟仪器开发平台, 结合数据采集模块和各种传感器, 实现了果园生态环境数据的实时采集, 并利用 LABVIEW 自带的远程面板技术让客户远程监控服务器端。试验结果表明: 系统能较好地实现果园生态环境远程实时监测, 为果树生产管理提供决策依据。

## (三) 远程数据采集系统

江苏科技大学王文燕等人基于 LABVIEW 设计了远程数据采集系统。

虚拟仪器软件开发平台 LABVIEW 加上多功能数据采集卡, 使得远程数据采集简便易行。一般在 LABVIEW 中有两种方法实现远程数据采集: RDA 和 DATASOCKET 技术。利用 LABVIEW 本身的通信功能, 实现远程的数据采集也非难事。研究结合 LABVIEW 中各网络通信功能节点以及 NI 公司多功能数采卡 PCI-6221 实现远程数据采集。

## (四) 仿真建模

### 1. 叶面积指数 (LAI) 测量仪仿真模拟

华南农业大学工程学院吴伟斌针对叶面积指数 (LAI) 测量仪存在速度慢、效率低和成本高的问题, 结合虚拟植物-虚拟环境与虚拟仪器, 以荔枝树为研究对象, 进行了 LAI 测试系统的计算机模型仿真与构建。LAI 测试系统一方面通过 LABVIEW 实现基于 VC++ 和 OpenGL 的计算机模型仿真程序的调用和调试, 另一方面对环境温度、电机温度、滑块位置等参数进行分析、存储和显示, 并计算出 LAI 和输出控制命令, 控制电机移动传感器。试验面板设计如图 10.22 所示。此研究通过试验比较了传统仪器与虚拟仪器的特点 (表 10.5)。

表 10.5 传统仪器与虚拟仪器的比较

仪器名称	DEMON	SmScan	AccuRAR	虚拟 LAI 系统
传感器个数	1	64	80	1
传感器间隔距离/mm	软件可调	15	10	软件可调
检测形状	一维直线	一维直线	一维直线	二维直线

续表

仪器名称	DEMON	SmScan	AccuRAR	虚拟 LAI 系统
单个 PAR 显示值	有	有	80 个值分 10 段取平均	有
辐射成分	直射	总辐射 (直射和散射)	总辐射 (直射和散射)	直射或散射或总射
所需环境条件	晴空	稳定天空, 晴空最好	稳定天空, 晴空最好	稳定天空
传感器波长 $\lambda/\text{nm}$	430	400 ~ 700	400 ~ 700	400 ~ 700
LAI 推导	Beer 模型	Wood 模型	Campell 模型	软件可选
数据存储	微机硬盘	内置 2Mb	内置 1Mb	计算机硬盘



图 10.22 虚拟 LAI 测试系统

试验结果表明, 与流行的冠层 LAI 仪器比较, 本系统具有操作简单, 数据储存和后续处理方便, 可以自定义特征参数, 根据计算机仿真结果来选择合适的推导模型和获取最佳采样点等特点。

## 2. 基于 LABVIEW 下液体鲜奶的动态特性模拟

燕山大学王松松等人利用振动力学的方法研制的一个振动系统, 及在 LABVIEW 下开发的基于此系统下的盒装液态奶动态特性模拟程序。通过采集到的振动信号分析系统参数变化达到区分不同种类液态奶的目的。

## (五) 图像识别

河北农业大学机电工程学院黄君冉采用 LABVIEW 虚拟仪器软件开发平台和 IMAQ Vision 图像处理软件包开发基于计算机图像处理的奶牛体型线性评定软件系统。系统选用蓝色背景, 增强了图像的对比度和定位准确性, 减小了图像处理的难度。采用从 HSL 模型中抽取 S 值的方法实现图像灰度化处理, 并通过中值滤波减少

图像的噪声。试验结果表明,运用模板匹配方法来识别特征点,判定准确率达90%以上。计算机图像评分和手工评分结果的最大绝对误差111cm,相对误差为0.18%,系统精度满足线性评定要求,完全能取代手工评定,并提高了评定效率。

系统以荷斯坦奶牛为对象,采用了国际流行的虚拟软件平台LABVIEW和配套的图像处理软件包IMAQ Vision进行了基于图像处理的奶牛体型线性评定系统的开发。本文主要是对获取的图像进行识别,从复杂背景中准确分离出被测奶牛的图像,经过图像预处理,而后进行特征点定位,最后进行各方向的体型参数的测量和计算。系统软件的设计具有模块化的特点。模块化的设计具有结构清晰、容易维护和易扩展等优点。软件系统主要由图像采集、图像预处理、特征点识别、参照物标定、性状参数分析和线性评定等6个功能模块组成:

①图像采集:采集奶牛的正前方图像、正侧面图像、正后方图像。

②图像预处理:包括图像格式转换、图像平滑、图像增强等功能,可以实现彩色图像的灰度化处理,可以去除图像中的噪声、改善图像质量。

③特征点识别:特征点识别包括图像分割提取图像边缘,模板匹配方法识别特征点。经过特征点定位后即可进行体型性状参数测量和计算。

④参照物标定:参照物标定是就获取的图像进行标定,确定图像像素与实际尺寸之间的对应关系。

⑤性状参数分析:包括正前方图像、正侧面图像、正后方图像各个体型性状参数的计算。

⑥线性评定:包括线性评分转化为功能评分,通过整体评分对奶牛进行评定等级。

试验表明:系统通过模板学习子程序(IMAQ learn pattern)得到包含某特征点的标准图像模板,与待测的奶牛图像进行模板匹配。经过多次试验,设定最低匹配分数为900,将最低匹配分数作为对应的位置与所要匹配的特征点进行匹配,在匹配过程中,如果分数值小于900,就可以做出不匹配的判决,放弃该特征点。如果大于或等于900则认为是匹配点。由于绝大多数位置是非匹配点,只需计算少数几个点就可做出判决,所以特征点匹配计算量大大减少了。试验证明,匹配的准确率可达90%以上。

## 附录 多媒体技术网络资源

<http://multimedia.whu.edu.cn/>, 国家多媒体软件工程技术研究中心

中心通过承担国家多媒体软件领域重点科技研发项目, 提供一流的工程化技术成果; 针对多媒体软件发展中的基础性、关键性和共性技术, 进行技术突破和工程化研发; 对引进技术消化、吸收和创新, 为软件行业技术进步和产业化结构调整提供技术支撑; 促进技术成果商品化和产业化建设; 培养和造就一支高水平的国家级多媒体工程技术研究队伍。

<http://bbs.egms.com.cn/>, 月蚀多媒体技术论坛。

<http://www.5dmedia.com/>, 5D 多媒体

探讨五个方面的内容: 声音、图像、动画、多媒体交互、Internet 网开发。该网站是目前国内最大的多媒体技术站点。

<http://bbs.5d.cn/Default.aspx>, 5D 多媒体论坛。

<http://www.yfdmt.net/>, 宇风多媒体论坛。

<http://netu.js.edu.cn/course/kcjc/dmtjs/dmtjs.htm>, 东南大学远程教育学院多媒体技术讲稿。

<http://www.xakqb.com/dmt/1/content.htm>, 西北工业大学网络教育学院多媒体技术视频课堂。

<http://class.jmu.edu.cn/C555/Courseware/Declaration/kclx-1.htm>, 集美大学多媒体技术精品课程。

<http://gc.nuaa.edu.cn/ec3.0/C140/kcjsgh-1.htm>, 南京航空航天大学多媒体编辑制作技术精品课程。

<http://www.it.com.cn/edu/multimedia/>, 多媒体技术教程。

<http://school.21tx.com/media/>, 天新网多媒体教程。

<http://cai.mediasky.cn/index.php>, 多媒体空间

专注多媒体技术的网站, 内有大量工具和教程。

<http://www.flyala.cn/>, 飞翼多媒体。

<http://www.un.org/av/>, 联合国多媒体新闻, 提供电视新闻、广播以及相关照片。

<http://www.mmt.com.au/online/>, 各种多媒体产品及技术介绍。

[http://dir.yahoo.com/Computers\\_and\\_Internet/Multimedia/](http://dir.yahoo.com/Computers_and_Internet/Multimedia/), 雅虎多媒体资源。

<http://www.ogg.cn>, 奥技多媒体资讯网

提供音视频自由软件、多媒体资讯、音视频技术文章, 主要提供多媒体音频和视频压缩方面的内容。

<http://www.chinaui.com/>, 中国 UI 设计网, 提供界面设计和网站设计的资讯。

<http://www.shooter.com.cn>, 射手网

电影字幕网站, 提供电脑音频、视频、字幕制作方面的技术文章和相关软件下载。

<http://www.cghelp.com.cn>, CG 咨询网

提供 CG 教程和素材资源, 并提供了数字艺术专业的交流平台。

<http://fff168.com>, Poser 中国

3D 人物动画殿堂, 提供教程基地, 资源基地, 网友作品专辑, poser 中国论坛。

<http://www.chinadesign.com.cn>, 设计中国

媒体设计门户网站, 包括设计欣赏, 设计教程, 设计素材下载。

<http://www.xmedia.org.cn>, 上海市多媒体行业协会

从事多媒体制作、研究以及相关领域的各种的企事业单位和个人自愿参加并组织的社会团体。

<http://www.dvlong.com>, 中国 DV 原创联盟

DV 数码资讯, DV 创作专题, DV 教学园地, DV 作品欣赏, DV 资源下载, 数码交流论坛。

<http://www.chinavfx.net>, ChinaVFX, 交流计算机动画、电影、电视特效的网站。

<http://www.hxsd.com.cn/>, 火星时代

从事计算机多媒体教学软件开发、网络媒体和数码动画设计的网站。

<http://www.cdd.cn>, 中国数字图片网

包括各种数码照片、论坛、个人相册。

<http://www.cgchina.com>, 数码中国

《数码设计》和《CG 杂志》的网站。

<http://www.cnblogs.com/team/CG.html>, 博客园 - 计算机图形学首页

关于实时三维和交互多媒体的开发随笔。

<http://www.zqt.com.cn>, 赵清涛网页设计工作室

提供网页设计、多媒体设计服务。

<http://www.visionunion.com/>, 视觉同盟

为设计师服务的专业网站。内容包括: 设计资讯、平面设计、工业设计、多媒体设计、CG 与动画、建筑与环境。

<http://www.azure.com.cn/>, Azure Product

介绍游戏、实时渲染等多媒体编程技术的网站。

<http://www.841106.com/>, 八零视觉

关于平面设计、工业设计、多媒体、CG 动画、插画的个人博客网站。

<http://www.yesure.com/storm/>, 暴风影音

通用视频与音频播放软件与插件, 可以支持 AVI、HDTV、WMV、Quicktime、Real-play、Divx、杜比数码、DTS 等格式。站点还提供音频和视频的技术文章。

<http://www.pcpchina.com/>, PC Pioneer 先锋网

提供多媒体软硬件新闻, 大量自定制操作系统界面的资料。

<http://www.duomeit8.org>, 多媒体吧

提供多媒体技术教程, 多媒体课件下载, 多媒体软件交流, 多媒体技术论坛等。

<http://www.52design.com/>, 我爱设计网

传播设计文化, 研究视觉设计艺术, 拥有各类设计资讯资源、收录众多国内外优秀设计站点。

<http://www.adobe.com/cn/>, Adobe 中国

Adobe 的中文网站, 包括 Acrobat 系列、Photoshop、Flash、Dreamweaver 等产品的介绍、新闻、技术支持等。

<http://www.lmtw.com>, 流媒体世界

提供宽带视频流媒体技术在中国的应用、发展概况, 介绍流媒体概念、动态、技术和市场。

<http://sipi.dlmu.edu.cn>, 大连海事大学信号与图像处理研究所

提供研究所项目介绍和公开发表文章的下载。

<http://xreal.51.net/>, 心蓝的家

关于图形学和多媒体编程的网站。

<http://www.eramx.com>, 纪元 [MX] 视觉

驱动视觉设计力量, 包括视觉艺术、制作技术与原创展示为一体。

<http://www.chinavideoonline.com>, 流媒体技术网站

含 Real, Windows Media, VRML, Mpeg4, VRML 等流媒体相关技术文章。

<http://xuebi.com>, 雪碧多媒体

关于多媒体技术、视频应用、影音播放、影音处理、数码摄录、光盘刻录。

<http://www.chinadv.com/>, 中国数码视频在线

包括行业动态, 影视、游戏制作资料, 书籍介绍, 作品欣赏和相关的论坛。

<http://www.aoguo.net>, 奥古多媒体

Director 技术文献、Shockwave 游戏展示的站点和 Director 以及多媒体技术交流论坛。

<http://www.chinavisual.com/>, 视觉中国

基于数码图形图像和媒体领域的数字艺术网站。包括视觉艺术的相关报道和视觉论坛。

<http://www.gameres.com>, 华语游戏开发资源网

游戏开发技术主题站点, 内容主要包括技术文档、专栏、作品演示、开发资源。

<http://www.video-pc.com.cn>, 视频天地

代理销售多媒体视频硬件、软件, 并提供方案咨询和技术解答。

<http://www.videoedit.com.cn>, 宇诚视频

提供广电视频产品, 影视制作, VOD 视频点播, 网络视频传输及会议的系统解决方案。

<http://www.yufeng21.com>, 宇风多媒体

多媒体软体制作人员学习交流的平台, 由多媒体开发、网站建设、图像设计、动画天地、影视合成等。

## 参考文献

- [1] Jin Lin. 数字化仪的最新进展. 国外电子测量技术, 2005 (3)
- [2] spider110. 浅谈数码存储介质. 电脑知识与技术, 2000 (10)
- [3] Terry Wohlers (美) 著, 陈如琪译, 施寅校. 3D 数字化仪的使用. 电子出版, 1998 (7)
- [4] 百度百科. 扫描仪. <http://baike.baidu.com/view/7818.htm>.
- [5] 百度百科. 数码录音笔. <http://baike.baidu.com/view/747853.htm>.
- [6] 百科知识. 数码相机、数码摄影机术语. <http://www.55www.com/it/shuma/>.
- [7] 毕四军. 浅析网络协议对局域网性能和应用的影响. 甘肃科技, 2006 (2)
- [8] 陈吉夫, 陈宇海. AdobeAudition2. 0 初探. 声屏世界, 2006 (8)
- [9] 陈洁, 刘弘. 树木生长中树枝形态的 3D 建模. 系统仿真学报, 2006 (10)
- [10] 陈楷民, 帅锐. 基于 Vega prime 的塔台视景仿真系统的实现. 中国民航飞行学院学报, 2006 (1)
- [11] 陈丽婷. 基于网络的课堂辅助式专家点播答疑系统的设计与实现. 华东师范大学硕士学位论文, 2006
- [12] 陈强. 多媒体技术与应用教程. 北京: 人民邮电出版社, 2001
- [13] 陈锡辉, 张银鸿. labview8. 2 程序设计从入门到精通. 北京: 清华大学出版社
- [14] 陈夏洁, 周樊华. 多媒体信息存储介质及其应用. 出版与印刷, 2002 (3)
- [15] 陈晓东. 数码相机应用时的注意事项. 农村电工, 2005 (6)
- [16] 陈彦云, 林琚, 孙汉秋等. 高度复杂植物场景的构造和真实感绘制. 计算机学报, 2000 (9)
- [17] 陈昭同. 基于 L 系统的植物结构形态模拟方法 [J]. 计算机辅助设计与图形学报, 2000, 12 (8): 571~574
- [18] 陈志彬, 王仲初, 吴文波. 基于 LabVIEW 的蔬菜大棚监控系统设计与实现. 仪器仪表学报, 2006, 27 (6)
- [19] 闫恩华. 计算机多媒体制作技术. 上海: 上海交通大学出版社, 2003
- [20] 崔学海. 发展现代化农业远程教育的思考. 山东农业管理干部学院学报, 2006 (1)
- [21] 戴俊敏. 简介扫描仪的使用. 现代电子技术, 2000, 9 (116)
- [22] 导向科技. 中文版 Authorware6. 5 多媒体制作培训教程. 北京: 人民邮电出版社, 2003
- [23] 邓旭阳. 虚拟作物建模与可视化研究. 首都师范大学硕士论文, 2005 (4)
- [24] 邓玉棠. 掌握更多的局部区域网络拓扑结构知识. 惠阳师专学报, 1999 (3)
- [25] 丁麟. 浅谈国内外农业网络远程培训体系对东南亚不发达国家和地区的借鉴. 农业网

- 络信息, 2006 (2)
- [26] 丁维龙, 陈敏智. 植物三维结构参数化建模系统的设计与实现. 浙江工业大学学报, 2006 (2)
- [27] 丁维龙, 赵星, 熊范纶等. 虚拟植物建模及其软件开发进展. 模式识别与人工智能, 2002 (12)
- [28] 傅献祯. 多媒体技术与应用. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005
- [29] 高梅. 视频点播系统交互式功能的设计与实现. 华中科技大学学报, 2006 (10)
- [30] 耿喜哲. 多媒体技术与应用教程. 北京: 机械工业出版社, 2005
- [31] 郭繁夏. 扫描仪的原理与开发应用. 北京: 清华大学出版社, 1996
- [32] 郭焱等. 虚拟植物的研究进展. 科学通报, 2001 (4~46): 273~280
- [33] 韩行敏, 钱景富, 齐桂敏. 多媒体在畜牧兽医理论教学中的应用. 辽宁农业职业技术学院学报, 2004 (9)
- [34] 韩雪涛. 多媒体光盘制作技术. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [35] 贺文慧. 农村现代远程教育平台的构建与应用研究. 安徽农业大学硕士学位论文, 2004
- [36] 贺雨青. 我国农业信息网站发展现状浅析. 黑龙江农业科学, 2001 (2)
- [37] 洪亮. 扫描仪的使用与维护. 印刷世界, 2005 (2)
- [38] 洪庆月, 商陆民. 一种新型传感式数字化仪的设计. 电子器件, 1996 (1)
- [39] 侯加林, 王一鸣, 董乔雪等. 虚拟植物生长的研究现状与发展趋势. 农业机械学报, 2004 (5)
- [40] 胡包钢, 赵星, 严红平. 植物生长建模与可视化——回顾与展望 [J]. 自动化学报, 2001, 27 (6): 816~835
- [41] 胡林. 虚拟农业教育平台研究. 农业网络信息, 2007 (3)
- [42] 胡小强. 虚拟现实技术与应用. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [43] 黄汉. 计算机网络协议及其应用. 软件导刊, 2006 (4)
- [44] 黄君冉, 钱东平, 王文娣等. 基于图像处理技术的奶牛体型线性评定系统. 农业机械学报, 2007, 38 (4)
- [45] 黄心渊, 淮永建, 罗位. 多媒体技术基础. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [46] 贾辉, 周宏敏. 电脑影音娱乐与制作 DIY. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [47] 贾连兴, 张江凌, 黄上游. 数字化仪及应用开发. 计算机应用研究, 1995 (3)
- [48] 教育部考试中心. 全国计算机等级考试四级考试指导. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [49] 金章. 简易视频数字化仪的原理和制作. 实用影音技术, 1996 (3)
- [50] 靳维斌. VOD 点播直播系统在远程教学中的设计与应用. 华北电力大学硕士学位论文, 2007
- [51] 兰翠, 戚国强, 董桂菊. 应用 ASP 技术对农业信息网站进行系统优化设计. 计算机与现代化, 2003 (9)



- [52] 李国防, 齐玉斌, 李栋等. 谷物干燥仿人智能控制系统. 农业机械学报, 2007, 38 (1)
- [53] 李贺. 浅谈数据通信及其应用. 铁路通信信号, 2006 (12)
- [54] 李红. 多媒体技术与实训. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [55] 李金霞. 山西省农业远程教育发展战略研究. 西北农林科技大学硕士学位论文, 2004
- [56] 李乃祥, 丁得亮. 现代农业技术概论. 天津: 南开大学出版社, 2005
- [57] 李仕亮. 谈谈数据通信及其应用前景. 特钢技术, 2006 (2)
- [58] 李曙光. 如何使用 Director7. 0. 北京: 机械工业出版社, 2000
- [59] 李铎, 庞英志. 多媒体制作技术. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [60] 李亚臣, 胡健, 黎远忠等. 基于 Vega Prime 的航天器视景仿真中的多坐标系问题. 系统仿真学报, 2007 (2)
- [61] 李云峰, 朱庆生, 曹渝昆等. 一种基于图像的快速虚拟植物可视化重建. 计算机应用研究, 2005 (11)
- [62] 李兆平. 数码相机应用指南. 现代家电, 1999 (5)
- [63] 林晓. 浅议计算机网络协议与分层. 科技咨询导报, 2007 (1)
- [64] 刘超群. 实时答疑系统的研究与实现. 湖南大学硕士学位论文, 2004
- [65] 刘光华, 甘泳红, 陆永跃等. 昆虫学 CAI 课件的设计与思考. 高等农业教育, 2002 (12)
- [66] 刘光明, 刘佳丽. 基于虚拟仪器的土壤含水量动态测量系统的设计. 农机化研究, 2007 (7)
- [67] 刘光然. 多媒体技术与应用. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [68] 刘强. 局域网中通信协议的合理选择. 软件导刊, 2006 (12)
- [69] 刘爽, 刘远航. 数码相机应用纵横谈. 照相机, 2001 (9)
- [70] 刘晓东, 熊海桥, 蒋立华等. 利用 BillBoard 实现虚拟植物集群生长显示. 计算机工程, 2003 (8)
- [71] 刘远航. 现代远程教育系统原理与构建. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [72] 刘志军. 浅谈计算机网络. 吕梁高等专科学校学报, 2006 (9)
- [73] 卢皓. 三维动画制作与应用. 上海: 复旦大学出版社, 1996
- [74] 卢玲. CGI 与动态网站设计技术综述. 重庆工学院学报, 2003 (10)
- [75] 罗晓沛, 候炳辉. 系统分析师教程. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [76] 骆浩文. 基于网络的农业科技远程培训模式研究与应用. 农业网络信息, 2006 (8)
- [77] 马华东. 多媒体技术原理及应用. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [78] 马文会. 数码相机技术要素. 照相机, 2003 (7)
- [79] 马韞韬, 郭焱, 李保等. 应用三维数字化仪对玉米植株叶片方位分布的研究. 作物学报, 2006 (6)
- [80] 莫骅. 论网络虚拟财产及其法律保护. 广西师范大学硕士论文, 2006 (4)
- [81] 潘亮, 陈川, 侯建军. 音频处理大师 Audition2.0 使用方法与技巧概览. 电视字幕 (特



- 技与动画), 2007 (7)
- [82] 齐东旭. 分形及计算机生成 [M]. 北京: 科学出版社, 1994
- [83] 钱良平. 基于计算机网络的高中英语阅读教学之研究. 华东师范大学硕士论文, 2006 (5)
- [84] 邱桔, 周海芳. 计算机网络拓扑结构与网络安全. 现代计算机, 1999 (7)
- [85] 裘正军, 宋海燕, 何勇等. 基于虚拟仪器的农田信息采集与处理系统. 浙江大学学报 (工学版), 2006, 40 (11)
- [86] 任苗. 数码摄像机指标浅释. 家庭电子, 2003 (5)
- [87] 上海市计算机应用能力考核办公室. 多媒体技术在办公自动化中的应用. 上海: 上海交通大学出版社, 2005
- [88] 邵康. 利用数字化仪快速录入采矿工程图件的途径. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 2002 (3)
- [89] 邵兰洁, 苗良. 应用 ASP. NET 技术对农业信息网站进行优化设计. 农业网络信息, 2005 (7)
- [90] 石文俊. 多媒体技术应用基础. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [91] 数码录音何去何从. <http://www.chinadv.com/tech/153030/>.
- [92] 数码相机知识. <http://www.photo-xiangji.com/>.
- [93] 双子. 数码摄像机之“最”. 网络与信息, 2005 (2)
- [94] 苏玉, 许绘香. 基于 Ethernet 的 TCP/IP 网络协议研究及分析. 电脑知识与技术, 2006 (11)
- [95] 孙继银. 多媒体技术基础及应用. 西北工业大学出版社, 1999
- [96] 孙士保, 张治国, 罗明亮. 多媒体 CAI 课件在农业科技成果转化中的应用. 河南科技大学学报 (农学版), 2004 (6)
- [97] 覃志强. 基于网络流媒体的教学应用系统研究. 华东师范大学硕士学位论文, 2006
- [98] 汤志成. 数码摄像机知识 ABC. 电子世界, 2004 (2)
- [99] 唐卫东, 李萍萍, 卢章平. 基于 Open - L 系统的植物结构功能模型研究. 计算机应用研究, 2007, 24 (3) 94 ~ 96
- [100] 田兆东, 汪勇. 浅议局域网网络拓扑结构和设备选取. 黑龙江科技信息, 2007 (9)
- [101] 王方石. L 系统在植物模拟中的应用 [J]. 北方交通大学学报, 1998, 3 (22): 45 ~ 48
- [102] 王海, 林杉, 黄心渊. 植物生成软件的评价和比较. 计算机仿真, 2006 (8)
- [103] 王骥. 基于 Web 下的远程教学系统的设计与实现. 吉林大学硕士学位论文, 2006
- [104] 王简政, 丁建英. 对网络协议 TCP/IP 的再认识. 山东教育学院学报, 2004 (6)
- [105] 王建国. 基于流媒体技术的现代远程教育视频教学系统的设计与实现. 辽宁师范大学硕士学位论文, 2006
- [106] 王莉, 杨林. 扫描仪与数码相机在图像输入中的应用及发展. 印刷质量与标准化, 2004 (12)

- [107] 王松松, 史荣, 王昕. 基于 LABVIEW 下液体鲜奶的动态特性模拟. 中国乳品工业, 2003, 31 (3)
- [108] 王文燕, 张冰蔚. LABVIEW 中远程数据采集的实现. 《工业控制计算机》, 2006, 19 (9)
- [109] 王养森. 多媒体技术应用. 高等教育出版社, 2004
- [110] 王遗宝, 尉迟晓华, 张国强等. 利用 WWW 技术发布先进农业适用技术. 上海农业学报, 1999 (4)
- [111] 王永飞. Web 文档基本形式及其相关技术. 安庆师范学院学报 (自然科学版), 2002 (8)
- [112] 王志喜, 周新莲. Web 文档的基本形式及其相关技术探讨. 计算机工程与应用, 2002 (4)
- [113] 网垠. 中文 3DMAX 教程. 珠海: 珠海出版社, 2005
- [114] 伟民工作室. Director8. 0 多媒体制作教程. 北京: 人民邮电出版社, 2000
- [115] 吴北新. 虚拟现实建模语言 VRML. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [116] 吴秋峰. 多媒体技术与应用. 北京: 机械工业出版社, 1999 (10)
- [117] 吴伟斌, 洪添胜, 肖磊等. 叶面积指数测试系统的计算机模型仿真与构建. 江苏大学学报 (自然科学版), 2006, 27 (6)
- [118] 夏定元. 多媒体技术. 重庆: 重庆大学出版社, 2002
- [119] 中华人民共和国教育部教育信息化领导小组办公室. 现代远程教育工程项目进展报告. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [120] 向辉, 石教英. 压缩域多媒体数据处理技术研究. 中国图像图形学报, 1999 (7)
- [121] 项虹. 基于 ASP. NET 网上答疑系统的研究与实现. 天津大学硕士学位论文, 2006
- [122] 肖波. 多媒体技术应用教程. 北京: 人民邮电出版社, 2004
- [123] 肖若辉. IPv6 与 IPv4 的比较. 电脑与电信, 2007 (3)
- [124] 肖伟才, 李清文. 高校计算机校园网络拓扑结构模式分析. 牡丹江师范学院学报, 2004 (4)
- [125] 肖忠祥. 数据采集原理. 西安: 西北工业大学出版社, 2001
- [126] 谢式绚. 彩色三维数字化仪. 电子计算机与外部设备, 1995 (1)
- [127] 谢永忠. 扫描仪的扫描原理及相关知识. 印刷杂志, 2002 (2)
- [128] 沈晓春. Flash5. 0 网页动画设计. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [129] 熊永春, 万温娟. 动态网页制作技术浅析. 江西广播电视大学学报, 2004 (4)
- [130] 修建新. 浅谈新一代网络协议 IPv6. 计算机与信息技术, 2007 (6)
- [131] 徐起. PremierePro 视频编辑基础与典型实例. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- [132] 许书明, 李岩. 数码相机使用与影像处理快速攻略. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [133] 薛为民, 赵丽鲜. 多媒体技术应用. 清华大学出版社. 北京: 北京交通大学出版社, 2006
- [134] 严方. 互联网上农业信息资源的整合利用与管理研究. 华中农业大学硕士学位论文

- 文, 2006
- [135] 严巍, 高上. 新概念 Photoshop6. 0 教程. 北京: 科海集团公司, 2001
- [136] 阎楚良, 韩丽秋, 叶舸. ASP 技术在农副产品加工品质数据库设计中的应用. 农业机械学报, 2002 (11)
- [137] 颜国忠. AutoCAD 三维设计与实例. 北京: 电子工业出版社, 2000
- [138] 杨德华. Web 服务器端的动态网页技术. 计算机应用研究, 1999 (10)
- [139] 杨国才. 虚拟农业体系结构的研究. 计算机科学, 2005 (33)
- [140] 杨洪伟. 以计算机为核心的信息技术在农业领域的应用. 安徽农业科学, 2007 (2)
- [141] 杨书琴. 扫描仪的一些基本知识. 电脑与电信, 2003 (1)
- [142] 杨武. 流媒体技术的研究及其在网络教学系统中的应用. 电子科技大学硕士学位论文, 2004
- [143] 杨晓蓉. 农业动态 ASP 网页制作的编程技巧. 计算机与农业, 2002 (1)
- [144] 叶乃文, 宋承建. 多媒体技术应用教程. 北京: 人民邮电出版社, 2003
- [145] 衣学勇, 李文杰. 用 AdobeAudition 制作音频素材. 中国现代教育装备, 2007 (1)
- [146] 矣剑. 多媒体在农技推广中的应用. 云南农业, 2006 (7)
- [147] 尹健君, 谢静. Photoshop7. 0 中文版教程一本通. 成都: 四川电子音像出版中心, 2002
- [148] 于平福, 刘凯龙. 基于 ASP 的农业网站动态网页的设计研究. 科技情报开发与经济, 2004 (12)
- [149] 于琪林. 扫描仪的种类、性能及发展. 电子出版, 2002 (Z1)
- [150] 喻晓莉. 虚拟植物生长及模型构件技术研究——以玉米为例. 西南农业大学硕士学位论文, 2005
- [151] 张波. 网络答疑系统的设计与实现. 吉林大学硕士学位论文, 2006
- [152] 张东辉. 多媒体课件制作工具的选用. 湖北警官学院学报, 2004 (1)
- [153] 张帆, 谭建荣. VRML 环境中 3 维分形植物的生成及应用. 计算机工程, 2003 (12)
- [154] 张格举, 臧树石. 浅析数码相机技术指标与数码影像质量. 中国医学教育技术, 2002 (5)
- [155] 张宏刚. 基于 Web 服务网络课程平台的设计与实现. 西北工业大学硕士学位论文, 2005
- [156] 张旆等. WWW 上的虚拟现实技术——VRML 语言. 北京: 电子工业出版社, 1998
- [157] 张青蓉, 王文永, 付宏杰等. 虚拟植物的构建及在生物学科教学中的应用. 系统仿真学报, 2006 (8)
- [158] 张树兵. 基于 L 系统的植物三维建模方法的研究与实现. 华北工学院硕士学位论文, 2002
- [159] 张玉兰. 数码摄像机的维护保养与使用. 商场现代化, 2006 (18)
- [160] 张振国, 康世英. JSP 技术在农业信息化中的应用. 安徽农业科学, 2005 (5)
- [161] 张振国, 康世英. 基于 JSP 技术的农业信息化研究. 农机化研究, 2006 (4)



- [162] 赵亮. 基于遗传 L-system 人工花卉繁殖与研究. 中国地质大学硕士论文, 2005
- [163] 赵佩华, 眭碧霞. 多媒体技术应用学习指导. 北京: 高等教育出版社, 2004 (6)
- [164] 赵子江. 多媒体技术应用教程. 北京: 机械工业出版社, 2001 (6)
- [165] 郑淳, 尚涛. Vega Prime 环境下的古建筑虚拟现实系统. 武汉大学学报 (工学版), 2006 (4)
- [166] 郑勇, 王琦. 浅谈扫描仪的功能及使用. 照相机, 2005 (2)
- [167] 周国民, 丘耘, 周义桃. 农业远程诊断方法和应用. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006
- [168] 周红, 刘光蓉. 数码相机技术探讨. 襄樊职业技术学院学报, 2004 (3)
- [169] 周文斌. 数码录音笔的特点. 现代通信, 2002 (9)
- [170] 周智文. 多媒体技术应用 (第 2 版). 北京: 电子工业出版社, 2005 (1)
- [171] 朱华生, 康平, 杨晓斌. 计算机网络拓扑结构的优化. 南昌水专学报, 2002 (6)
- [172] 朱仁成. 3dsmax7 中文版室外效果图设计经典. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005
- [173] 朱逸芬. 多媒体技术及其在农业工程中的应用. 北京: 清华大学出版社, 1999
- [174] 朱振华, 许毅平, 周曼丽. 网络协议测试生成方法综述. 计算机工程与应用, 2005 (15)
- [175] 庄燕滨. 多媒体技术及应用教程. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [176] 邹国华. 走近数码摄像机. 电子世界, 2004 (8)

[General Information]

书名=多媒体技术在农业中的应用

作者=周国民等编著

页数=352

SS号=12227491

DX号=

出版日期=2008.5

出版社=中国农业科学技术出版社

书名

前言

目录

## 一、概述

多媒体的定义与分类

多媒体系统

多媒体关键技术

虚拟现实技术

多媒体技术在农业中的应用领域

多媒体技术在我国农业应用与发展

## 二、数据采集技术

数据的概念

数码录音设备

扫描仪

二维数字化仪

三维数字化仪

数码相机

数码摄像机

## 三、数据的存储与管理

物理介质

多媒体文件格式

多媒体数据库

## 四、数据传输技术

网络

网络协议

网络拓扑的类型

网页

P2P技术

## 五、数据处理系统及工具简介

声音处理工具

图像处理工具

视频处理工具

动画制作工具

虚拟现实工具

虚拟植物制作工具

多媒体制作系统

通用三维软件

## 六、农业远程诊断系统

系统原理

系统的结构与功能

系统的特点与应用

## 七、农业多媒体信息管理与发布系统

系统原理

系统的关键技术

系统的结构

系统的主要功能与使用方法简介

系统的特点与应用情况

## 八、农业远程培训平台

农业现代远程教育综述

农业远程培训平台概述

农业远程培训平台总体设计

农业远程培训平台详细设计

农业远程培训平台特点

农业远程培训平台发展展望

## 九、虚拟植物建模系统

虚拟植物模型概述

L系统

L系统软件的开发及其应用

## 十、虚拟仪器

虚拟仪器

LABVIEW简介

LABVIEW的下载与安装

LABVIEW开发流程

LABVIEW程序结构说明

LABVIEW应用案例精选

附录 多媒体技术网络资源

参考文献